

N° D'ORDRE :
125

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE D'INGÉNIEUR-DOCTEUR

PAR

Paul DARNAULT

1^{re} THÈSE. — RÉGIME DE QUELQUES COURS D'EAU D'AFRIQUE ÉQUATORIALE ET ÉTUDE DE LEUR UTILISATION INDUSTRIELLE.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 4 mai 1945 devant la Commission d'examen.

MM. LUTAUD, *Président.*

COULOMB }
CUVILLIER } *Examineurs.*

PARIS (V^e)
ÉDITIONS LAROSE
11, Rue Victor-Cousin, 11

—
1947

N^o D'ORDRE :

125

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE D'INGÉNIEUR-DOCTEUR

PAR

Paul DARNAULT

1^{re} THÈSE. — RÉGIME DE QUELQUES COURS D'EAU D'AFRIQUE ÉQUATORIALE ET ÉTUDE DE LEUR UTILISATION INDUSTRIELLE.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 4 mai 1945 devant la Commission d'examen.

MM. LUTAUD, *Président.*

COULOMB }
CUVILLIER } *Examineurs.*

PARIS (Ve)
ÉDITIONS LAROSE
11, Rue Victor-Cousin, 11

1947

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

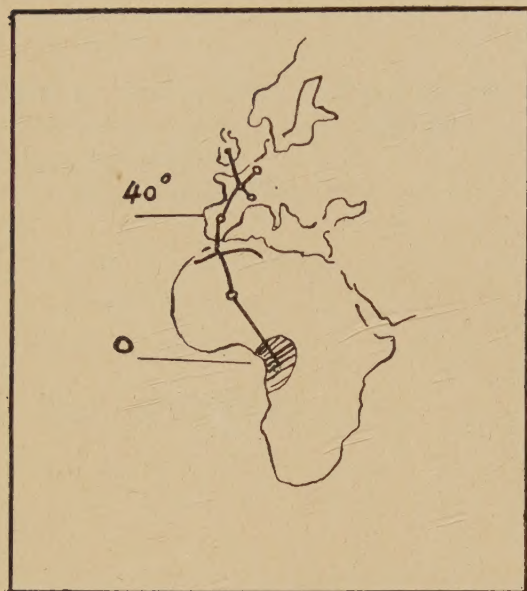
Doyen M. PAUL MONTEL

PROFESSEURS

Charles PÉREZ.....	T	Zoologie.	GAULT	T	Chimie (P. C. B.).
P. MONTEL	T	Théorie des Fonctions.	CROZE	T	Physique théorique et physique céleste.
L. BLARINGHEM	T	Botanique.	DUPONT.....	T	Théories chimiques.
G. JULIA	T	Analyse supérieure et Algèbre supérieure.	LANQUINE	T	Géologie structurale et géologie appliquée.
C. MAUGUIN	T	Minéralogie.	VALIRON.....	T	Calcul différentiel et calcul intégral.
A. MICHEL-LÉVY ...	T	Pétrographie.	BARRABE		Géologie structurale et géologie appliquée.
A. DENJOY	T	Géométrie supérieure.	F. PERRIN		Théories physiques.
L. LUTAUD	T	Géographie physique et géographie dynamique.	VAVON	T	Analyse et mesures chimiques.
E. BLOCH	T	Physique.	G. DARMOIS	T	Mathématiques générales.
G. BRUHAT	T	Physique.	CHATTON	T	Biologie maritime.
E. DARMOIS	T	Enseignement de Physique.	AUBEL		Chimie biologique.
A. DEBIERNE	T	Électronique et Radioactivité.	Jacques BOURCART..		Géographie physique et Géologie dynamique.
M. JAVILLIER	T	Chimie biologique.	M ^{me} JOLIO-CURIE .		Physique générale et Radioactivité.
Robert LÉVY.....	T	Physiologie comparée.	PLANTEFOL	T	Botanique.
Henri VILLAT	T	Mécanique des fluides et applications.	CARANNES	T	Recherches physiques.
Ch. JACOB	T	Géologie.	GRASSE	T	Zoologie (Évolution des êtres organisés).
P. PASCAL	T	Chimie générale.	PREVOST.....		Chimie organique.
M. FRÉCHET	T	Calcul des probabilités et Physique mathématique.	BOULIGAND		Mathématiques.
E. ESCLANGON	T	Astronomie.	CHAUDRON		Chimie.
M ^{me} RAMART-LUCAS ..	T	Chimie organique.	WIART		Minéralogie.
H. BÉGHIN.....	T	Mécanique physique et expérimentale.	TEISSIER		Zoologie.
FOCH.....	T	Mécanique expérimentale des fluides.	MANGENOT		Biologie végétale (P. C. B.).
PAUTHENIER	T	Électrotechnique générale.	P. AUGER.....		Physique.
DE BROGLIE	T	Théories physiques.	MONNIER.....		Physiologie générale.
CHRÉTIEN.....		Optique appliquée.	PIVETEAU.....		Géologie.
JOB		Chimie générale.	ROCARD		Physique.
PRENANT	T	Anatomie et Histologie comparées.	H. CARTAN		Calcul différentiel.
VILLEY		Mécanique physique et expérimentale.	SCHAEFFER	T	Physiologie générale.
COMBES	T	Physiologie végétale.	LAFFITTE.....		Chimie (P. C. B.).
GARNIER	T	Application de l'analyse à la Géométrie.	LERAY		Mécanique théorique des fluides.
PÉRÈS	T	Mécanique rationnelle.	FAVART		Calcul des probabilités et Physique-Mathématique.
HACKSPILL	T	Chimie minérale.	COULOMBE.....	T	Physique du globe.
LAUGIER.....	T	Physiologie générale.	M ^{lle} COUSIN		Biologie animale (P. C. B.).
TOUSSAINT		Technique aéronautique.	CHRÉTIEN.....		Analyse et mesures chimiques.
M. CURIE		Physique (P. C. B.).	DRACH		Évolution des êtres organisés.
G. RIBAUD.....	T	Hautes températures.			
CHAZY.....	T	Mécanique analytique.			

Secrétaire CH. MONNIER





Grâce aux progrès continus réalisés dans le transport de l'Énergie électrique à grande distance, nous pensons que le temps n'est pas loin où, pour répondre aux besoins en énergie toujours croissants de l'Ouest de l'Europe et de l'Afrique du Nord, l'appoint des ressources considérables, naturellement régularisées, des fleuves d'Afrique Équatoriale (Moyen-Congo, Gabon, Cameroun), ne pourra plus être négligé.

P. DARNAULT.

PLAN

INTRODUCTION

CHAPITRE I. — Données générales sur l'Afrique Équatoriale Française.

CHAPITRE II. — L'étude des Forces hydrauliques en pays tropicaux.

CHAPITRE III. — Le régime de quelques bassins.

CHAPITRE IV. — Les ressources en énergie hydro-électrique.

CHAPITRE V. — Vues d'avenir.

CONCLUSIONS

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE PREMIER	
DONNÉES GÉNÉRALES SUR L'AFRIQUE ÉQUATORIALE FRANÇAISE	
1 ^o Géographie physique	5
Orographie.	
Hydrographie.	
Profils en long (Cours inférieur du Congo, Kouilou-Niari, Loémé, Nianga, Ogoué, Oubangui, Chari).	
2 ^o Météorologie générale	19
Saisons.	
Pluies.	
Hygrométrie.	
Évaporation.	
Pression atmosphérique.	
Vents, Nébulosité, Températures.	
3 ^o Géologie	28
Schéma géologique général.	
Lignes de dislocation.	
Direction des failles (Moyen-Congo, Kouilou-Niari, Oubangui).	
4 ^o Les sols	36
Végétation.	
Relations entre les formations végétales et les éléments fondamentaux du climat.	

CHAPITRE II

ÉTUDE DES FORCES HYDRAULIQUES EN PAYS TROPICAUX

	Pages
1 ^o Examen critique des travaux antérieurs	40
Causes de retard.	
Mission ROUSSILHE, études hydrographiques, études d'électrification du chemin de fer Congo-Océan, Mission TILHO et travaux des Belges : Mission THYS et VAN DEUREN.	
« Physical Department » pour l'étude du régime du Nil au Caire	
2 ^o Difficultés spéciales	41
Manque de cartes, difficultés de déplacement en forêt.	
Attitude des indigènes.	
Répartition des saisons.	
3 ^o Adaptation des méthodes et inventaire provisoire	45
Différence avec les méthodes en usage en Europe.	
Précision des mesures.	
4 ^o Méthodes d'études sur cartes	54
5 ^o Examen des résultats généraux	60
Débits caractéristiques.	
6 ^o Essai d'organisation d'un service d'étude des Forces hydrauliques aux Colonies	61

CHAPITRE III

LE RÉGIME DE QUELQUES BASSINS

Exemple d'une région économique importante comportant des éléments des divers bassins	64
Moyen Congo.	
Kouilou-Niari.	
Loémé.	

CHAPITRE IV

LES RESSOURCES EN ÉNERGIE HYDRO-ÉLECTRIQUE

1 ^o Caractéristiques géographiques favorables	102
2 ^o Importance des ressources	102
Satisfaction des besoins locaux.	
Satisfaction des besoins généraux.	

CHAPITRE V

VUES D'AVENIR

1 ^o Contribution aux besoins mondiaux en énergie	119
2 ^o Transport des grandes puissances en courant continu de l'Afrique Équatoriale à l'Ouest de l'Europe	123
CONCLUSIONS	130
BIBLIOGRAPHIE	133

TABLE DES FIGURES

	Pages
FIG. 1. — Croquis de reconnaissance et bassins étudiés	2
— 2. — Relief et principaux bassins de l'A. É. F.....	6
— 3. — Cours inférieur du Congo et affluents rive droite.....	8
— 4. — Profil en long du Kouilou-Niari	10
— 5. — Bassin de la Loémé	12
— 6. — Profil en long de la Nianga.....	13
— 7. — Profil en long de la N'Gounié	14
— 8. — Profil en long de la Noya	15
— 9. — Profil en long de la M'Beï.....	15
— 10. — Bassin de l'Oubangui (rive droite)	16
— 11. — Profil en long du Haut-Chari et de la Nana	17
— 12. — Profil en long du Bahr-Sara et de la Fafa.....	18
— 13. — Répartition saisonnière des pluies en mois secs.....	20
— 14. — Pluviométrie (moyenne 1920-1930).....	22
— 15. — Hauteurs annuelles normales des pluies (moyenne 1937-1943)....	23
— 16. — Décalage des débits par rapport aux pluies	24
— 17. — Variations diurnes de température.....	25
— 18. — Croquis géologique de l'A. É. F.....	29
— 19 et 20. — Croquis structural	30, 31
— 21. — Croquis géologique du Bassin du Moyen-Congo.....	33
— 22. — Croquis géologique du Bassin du Kouilou-Niari.....	34
— 23. — Croquis géologique du Bassin de l'Oubangui.....	35
— 24. — Zones de grande végétation	37
— 25. — Répartition d'échelles et de stations de jaugeage	46
— 26. — Station de jaugeage de Brazzaville.....	47
— 27. — Station de jaugeage de Loufouyou	48
— 28. — Station de jaugeage de Myamba.....	49
— 29. — Stations de jaugeage de Loudima	50
— 30. — Courbes de niveaux (stations de l'Oubangui M'Bomou et affluents)	51
— 31. — Rivière de Bouenza	56
— 32. — Rivière Louessé	56
— 33. — Congo-Océan	58
— 34. — Cours inférieur du Congo	68
— 35. — Bassin du Djoué.....	70
— 36. — Djoué. Échelle d'étiage de Manchimou	71
— 37. — Courbe des débits du Djoué (Manchimou)	72
— 38. — Confluent du Djoué et du Congo.....	73
— 39. — Bassin de la Foulakary.....	76
— 40. — Foulakary. Échelle d'étiage de Kimpanzou	77
— 41. — Courbes des débits de la Foulakary (Kimpanzou).....	78
— 42. — Chutes de la Foulakary. Profil en long.....	79

	Pages
FIG. 43. — Chutes de la Foulakary. Lever de reconnaissance.....	79
— 44. — Bassin du Kouilou-Niari	80
— 45. — Bassin de la Bouenza	82
— 46. — Ensemble des chutes de la Bouenza.....	83
— 47. — Profil en long de la Bouenza	85
— 48. — Chutes et rapides de Zanga sur la Bouenza	88
— 49. — Chute Ibabenga sur la Louessé.....	90
— 50. — Chute de la Loubama	91
— 51. — Ensemble des chutes de l'Ichibou	92
— 52. — Bassin de la Loémé.....	94
— 53. — Courbes des débits de la Loémé. Échelle d'étiage de Loufouyou..	98
— 54. — Gorges de la Loémé	100
— 55. — Bassin de l'Ogoué et affluents	109
— 56. — Ressources hydro-électriques (Gabon, Moyen-Congo, Bas-Cameroun)	112
— 57. — Aménagement du Bas-Congo	117
— 58. — Besoins d'énergie en France et possibilités du Gabon.....	120
— 59. — Répartition mensuelle des pluies	122
— 60. — Prix de transport de l'énergie électrique.....	125
— 61. — Possibilité d'installations en Colombie.....	126
— 62. — Transport d'énergie entre le Gabon et l'ouest de l'Europe.....	128

TABLE DES PLANCHES

PLANCHE		Pages
	I. — Vue sur le Mayombe	6
	Haut Ogoué. Passage d'un rapide.....	6
—	II. — L'Ogoué. Chutes de Booué (rive droite).....	18
	Rapides de Ouango sur le M'Bomou	18
—	III. — Au bord du Gribingui, près de Damoga.....	26
	Une rivière du Bassin de l'Ogoué.....	26
	Le Chari, vu de la rive du Cameroun	26
—	IV. — Chute Kembé, sur la Kotto	38
	Chute de Bouali, sur la M'Bali	38
	Oubangui. Vue de Mobaye	38
—	V. — Bac sur le M'Bari.....	50
	Chute inférieure de la M'Bali, vue de face.....	50
—	VI. — Chute de la M'Bali, vue de l'aval	60
	Chute de 60 mètres sur la M'Bi.....	60
	Village des bords de l'Oubangui.....	60
	Les rapides de l'Éléphant, sur l'Oubangui	60
—	VII. — Chute Moukouloulou, sur la Bouenza.....	74
	Les rapides du Congo au confluent du Djoué	74
—	VIII. — Confluent de la Foulakary. Au fond, le fleuve Congo.....	86
	Chute amont de la Foulakary.....	86
	Chute Zanga, sur la Bouenza	86
—	IX. — La Loenga à Boko	94
	Chute aval de la Foulakary.....	94
	Un affluent de la Loémé dans le massif du Mayombe.....	94
—	X. — Chute Ibabenga, sur la Louessé.....	98
	Mayombe. Vallée de la Loukénéne	98
—	XI. — Mesures de vitesses de courant sur le Congo.....	110
	Station de jaugeage de Loufouyou, sur la Loémé.....	110
—	XII. — Chute de la Bouenza, près de Louboto	118
	Chute de la Kotto.....	118

INTRODUCTION

Notre Colonie de l'Afrique Équatoriale Française, constituée au hasard des conquêtes et à la suite de négociations diverses, ne constitue pas une unité géographique. Elle est constituée, pour une grande partie, au Nord par le bassin du Tchad, puis plus au Sud par la bordure Nord et Ouest de la cuvette de l'immense bassin du fleuve Congo dont le reste constitue, d'ailleurs, le Congo Belge, et enfin à l'Ouest, par la zone littorale qui sépare le bassin du Congo de l'Océan Atlantique.

Cette région, au moins dans la partie située entre 10° Nord et 5° Sud de latitude, a un régime de pluies tel qu'il ne semble pas utile de se préoccuper d'hydraulique agricole et d'irrigations, sauf pour les régions du Chari et du Logone. Par contre, les fleuves sont larges et, sous réserve d'aménagements, peuvent permettre une navigation fluviale importante ; toutefois, cette navigation fluviale ne peut, cependant, devancer le développement agricole et industriel du pays qui est encore à son début.

Or, ces fleuves, et surtout leurs affluents, présentent des ressources hydro-électriques si importantes que nous avons cru utile d'insister sur l'intérêt qu'elles présentent.

Nos études ont été amorcées par la nécessité, au moment de la construction du chemin de fer Congo-Océan, de savoir s'il serait utile d'électrifier ce chemin de fer et si la région du Moyen-Congo présentait la puissance hydro-électrique nécessaire.

Ces études ont été faites de 1927 à 1930, mais nous avons jugé utile, dès ce moment, d'amorcer un inventaire général des ressources de l'Afrique Équatoriale. Malheureusement, cette étude, un peu prématurée pour le degré de développement du pays n'eut pas de suite immédiate.

Au moment où la mise en valeur de nos territoires d'Empire est envisagée à une cadence beaucoup plus rapide, l'étude rationnelle des ressources hydro-électriques de ces contrées doit être envisagée.

Le but de la modeste étude qui va suivre est d'indiquer, après un bref rappel de la géographie physique et de la géologie de cette colonie, sur quelles bases les nouvelles recherches pourraient être entreprises en tenant compte de l'expérience acquise dans des régions d'accès extrêmement difficile, où la grande forêt tropicale domine. Elle apportera, en outre des données complémentaires pour la connaissance des cours d'eau, les captages, etc..., donnera une idée de l'importance des ressources

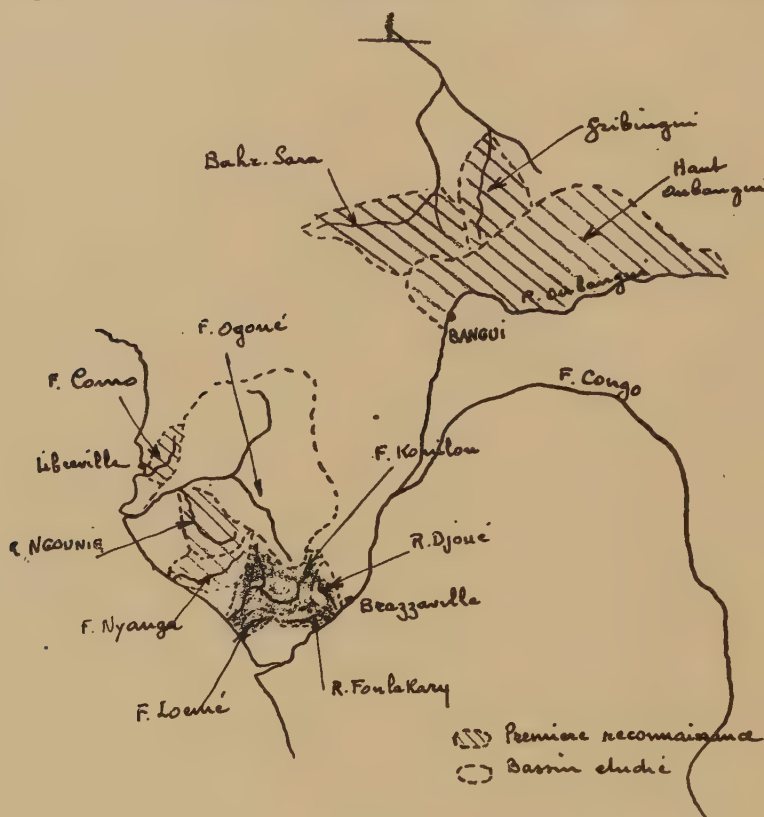


FIG. 1.

hydro-électriques disponibles dans les bassins étudiés et dans ceux pour lesquels une simple reconnaissance a pu seulement être effectuée.

Elle se terminera par des vues d'avenir sur l'utilisation possible de ces ressources et la possibilité de transport de cette énergie à très grande distance.

Ces recherches nous semblent pouvoir ouvrir la voie aux études dans les pays neufs, qui réclament une certaine adaptation des méthodes scientifiques employées dans les pays tempérés.

Notre apport personnel consiste essentiellement dans la reconnaissance initiale de certaines régions du Moyen-Congo, de l'Oubangui, du Gabon, du Chari dont l'hydrographie était encore très peu connue.

Dans l'établissement de documents cartographiques et l'exécution de jaugeages, la pose d'échelles qui ont permis :

a) d'établir les premiers essais de profils en long de divers bassins hydrographiques ;

b) de connaître le régime des cours d'eau de vastes régions :

crues ;

débits ;

débits par kilomètre carré, etc... ;

Dans la prospection, l'étude des chutes (dont beaucoup étaient inconnues), de leur relation possible avec la géologie, cassures, captation de cours d'eau ;

Dans l'étude détaillée des ressources hydro-électriques et l'amorce d'un inventaire général permettant une appréciation sommaire des réserves d'énergie hydraulique ;

Dans l'adaptation des méthodes de recherches et d'étude à des régions difficiles d'accès en pleine forêt tropicale.

Nous tenons à signaler que ces études avaient été décidées par M. Léon PERRIER, ministre des Colonies à cette époque et organisées par M. BEAU, inspecteur général des Travaux publics des Colonies et le directeur du Service des Forces hydrauliques du Sud-Est, M. SIMON, inspecteur général des Ponts et Chaussées, qui nous avaient donné toute l'aide nécessaire pour mener à bien ces études nouvelles.

Notre souvenir reconnaissant va aussi vers le personnel européen qui a partagé avec nous, pendant plusieurs années, bien des dangers et toutes sortes de difficultés.

Cette étude n'aurait sans doute pas vu le jour si nous n'avions trouvé auprès de M. le professeur LUTAUD, directeur du Laboratoire de Géographie physique et de Géologie dynamique, avec l'accueil le plus bienveillant, les conseils éclairés dont nous avons le plus grand besoin pour aborder l'étude d'une science dont les seules relations avec les techniques d'utilisation nous avaient seulement préoccupés jusque-là.

Nous lui exprimons notre profonde reconnaissance et remercions également très vivement M. COULOMB, directeur de l'Institut de Physique du Globe, pour l'aide précieuse qu'il a bien voulu nous apporter en nous donnant le plus large accès à sa documentation.

Enfin, M. FROLOW, spécialiste des questions d'hydrologie coloniale, nous a consacré beaucoup de son temps et ses conseils, ainsi que le résultat de ses précédentes études, nous ont aidés et encouragés à poursuivre cette tâche.

CHAPITRE PREMIER

DONNÉES GÉNÉRALES SUR L'AFRIQUE ÉQUATORIALE FRANÇAISE

1° GÉOGRAPHIE PHYSIQUE

L'Afrique Équatoriale Française a une surface de 2.370.000 kilomètres carrés, soit 4,3 fois celle de la France et moins de 8 % de la superficie de l'Afrique. Elle s'étend sur 28° de latitude et 19° de longitude. Du point de vue du climat, elle présente des contrastes extrêmes qui sont dus à l'extension du pays en latitude.

Elle constitue une fraction importante de l'Afrique Centrale dont l'origine semble pouvoir être présentée comme suit :

Durant l'ère secondaire, une partie du continent de Gondwana se trouva morcelée, donnant lieu à la séparation de l'Afrique du Continent Australien, Indochinois et Malgache à l'époque jurassique, et à la séparation du Continent Brésilien à l'époque crétacée. Il y eut ensuite un long nivellement de la surface de ce vieux socle donnant la possibilité aux réseaux fluviaux d'atteindre leurs profils d'équilibre, ce qui était le cas pour la cuvette Congolaise avant que le fleuve Congo ne se fraie un chemin jusqu'à la mer.

Dans la période géologique postérieure, des dislocations produisirent, en certains points, un rajeunissement de l'hydraulique, les rivières convergeant vers le lac central du bassin du Congo présentèrent alors une série de chutes. Enfin, des captures de cours d'eau se produisirent dans des périodes relativement récentes ; parmi ces captures, la plus importante semble être celle du fleuve Congo lui-même. Quant à la capture de l'Oubangui et du M'Bomou par un affluent du Chari indiquée par M. ROBERT dans son ouvrage *Afrique Centrale*, il ne semble pas, à notre avis, que la présence d'une succession de rapides dans la région de Fort de Possel puisse, à elle seule, justifier cette assertion, d'autant qu'entre le coude de l'Oubangui et le Bahr Sara, la ligne de partage des eaux des deux grands bassins (Congo et Chari) est assez nettement marquée par des chaînes de collines.



Vue sur le Mayombe.
(Km. 142 au-dessus du Tunnel du Bamba.)



Photo A. E. C.

Haut-Ogoué. Passage d'un rapide.

Orographie. — Dans l'ensemble, l'orographie de l'Afrique Équatoriale Française se présente comme suit (fig. 2).

Un vaste arc de cercle formant le pourtour du bassin circulaire intérieur du Congo, qui comporte des plateaux à la surface bosselée de collines.

De ces plateaux, émergent quelques massifs où naissent les principaux cours d'eau.

Dans le Nord, la plaine dont le fond est occupé par le lac Tchad est bordée, notamment au Nord-Est, de massifs montagneux très élevés séparés les uns des autres.

Le socle cristallin, qui constitue la formation la plus ancienne, apparaît au Nord du bassin du Congo dans le massif du Dar Challa. L'altitude du massif du Dar Challa varie entre 1.300 et 1.400 mètres.

Plus au Nord, le massif Abou Telfane où l'altitude, au mont du Guéra, atteint 1.790 mètres.

Beaucoup plus au Nord, le massif du Tibesti, immense dôme dont l'altitude atteint 2.000 mètres, est couronné de coulées volcaniques atteignant 3.265 mètres, au Pic Tousside et 3.415 mètres à l'Emi Koussi, point culminant de l'Afrique Équatoriale Française.

Le massif du Yadé, qui atteint 1.420 mètres au mont Gaou.

Le massif du Chaillu, dont l'altitude est de 1.575 mètres au mont Iboundji.

Enfin, le massif du Mayombe, chaîne moins élevée dont l'altitude ne dépasse pas 800 mètres, mais extrêmement accidentée.

Alors que les massifs du Tibesti et d'Abou Telfane sont isolés, les massifs du Dar Challa, de Yadé, du Chalu et du Mayombe sont reliés entre eux par de vastes plateaux qui forment également la ligne de partage des eaux entre le bassin intérieur du Congo, le bassin du Tchad au Nord et les fleuves côtiers de l'Ouest qui descendent sur l'Océan Atlantique (Pl. I).

Hydrographie. — Le réseau hydrographique peut être caractérisé, dans les grandes lignes, par la disposition des grands bassins suivants :

Au Nord, *bassin du Tchad* dont les cours d'eau proviennent :

du Nord-Est, massif du Tibesti, du massif d'Abou Telfane, affluents du Chari ;

du Sud-Est, le massif du Dar Challa : affluents du Chari ;

du Sud-Ouest, massif de Yadé, Logone, Bahr Sara.

Au Sud-Est, *bassin du Congo* dont les affluents rive droite seulement proviennent :

du Nord, massif du Dar Challa, affluents de l'Oubangui ;

de l'Ouest, massif de Yadé ; Dja, Sanga ; massif du Chaillu, Li Kouala Alima Léfini.

A l'Ouest, *bassins des fleuves côtiers* dont du Nord au Sud :
du massif de Yadé : la Sanaga, le Lem, le Nyong ;
du massif du Chaillu : l'Ogoué et son affluent, la N'Gounié, la Nyanga,
le Kouilou Niari ;
du massif du Mayombe, la Loémé.

Sur la carte (fig. 56), la superficie de ces principaux bassins a été reportée. On remarquera la forme allongée et en éventail des bassins de certains des fleuves côtiers : Sanaga, Nyong, Nyanga, Kouilou, Loémé.

Ces cours d'eau auront donc une grande longueur par rapport à la superficie de leur bassin versant. Il n'en est pas de même pour le bassin de l'Ogoué, de l'Oubangui, de la Sanga et les cours d'eau du Tchad (Pl. I).

Profils en long. — Les rares renseignements précis sur les profils en long des cours d'eau de l'Afrique Équatoriale Française ont été donnés par la mission hydrographique ROUSSILHE (1910-1911) qui s'est bornée à étudier la navigabilité du Congo entre Brazzaville et Bangui, ainsi que celle du cours inférieur de la Sanga.

Nous avons donc cherché à raccorder nos études personnelles avec les points de repères de cette mission ROUSSILHE, chaque fois que cela a été possible, notamment à Brazzaville et à Bangui.

Nous examinerons ci-après les divers levés de profils en long que nous avons établis d'un certain nombre de cours d'eau et de leurs affluents.

Nous insistons sur le fait que ces profils en long ne constituent que des essais qui permettent, cependant, d'apprécier combien certains cours d'eau ont été rajeunis et de situer un certain nombre d'accidents en vue de faciliter les études ultérieures.

COURS INFÉRIEUR DU CONGO. — On voit sur le profil (fig. 3), que le Congo, arrivant avec une très faible pente jusqu'au Stanley Pool, descend par une succession de rapides jusqu'à la mer de la cote 296 à la cote 0, avec une pente générale qui est de près de 1 mètre par kilomètre.

Seuls les affluents de la rive droite ont été représentés car nous n'avons pu recueillir de renseignements détaillés sur les affluents rive gauche qui se trouvent au Congo Belge. Mais ces derniers ont tous également des vallées suspendues, notamment l'Inkissi.

De l'examen des gorges que le Congo s'est taillées dans les grès rouges il semble qu'il n'y ait pas cassure, mais que l'on trouve là un très important phénomène de capture récente. Un petit fleuve côtier au cours très sinueux, dans la zone cristalline notamment, a dû remonter sa source jusqu'à ce qu'il débouche dans l'immense lac dont il ne reste plus que le Stanley-Pool à l'heure actuelle. On observe, d'ailleurs, sur les collines

Profil en long du KOUÏLOU - NIARI.

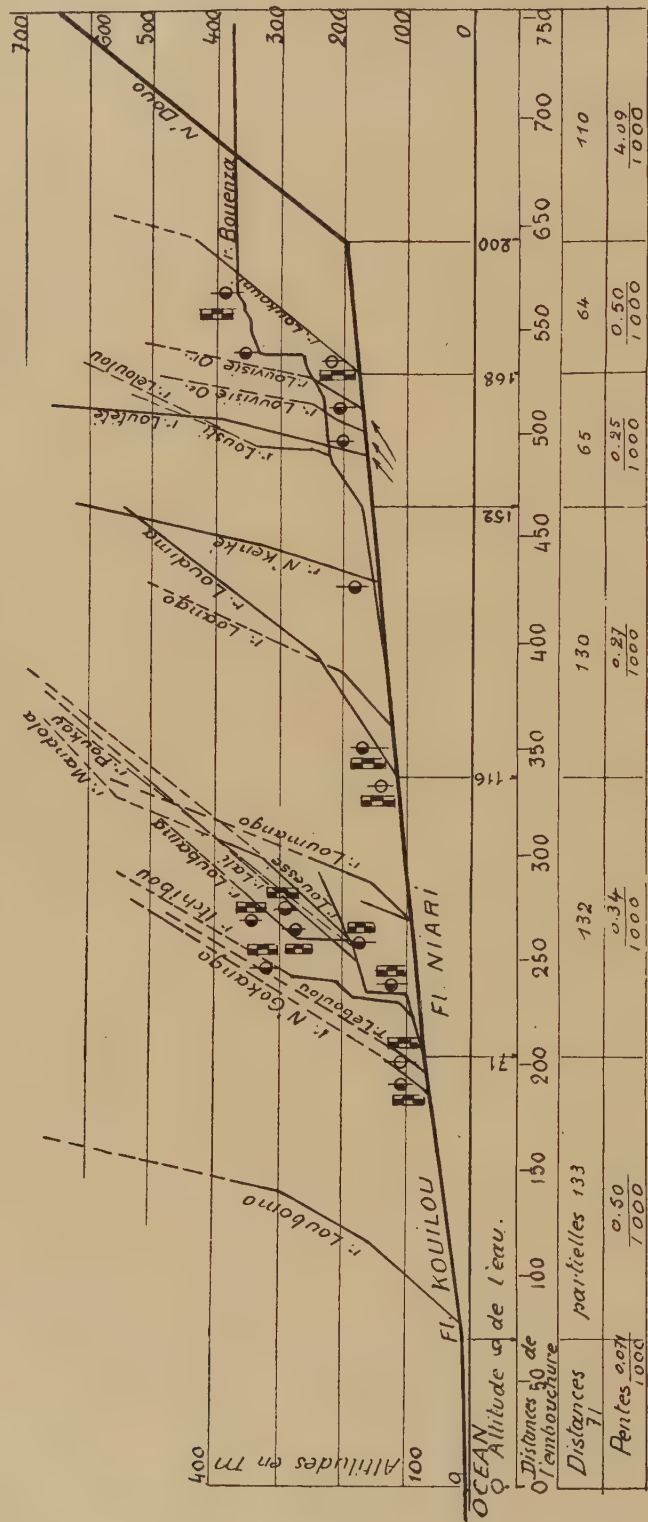


Fig. 4. — On notera la pente faible du fleuve Kouïlou dans sa partie centrale, où il se développe avec de nombreux méandres. D'autre part (voir la figure 44), nous pensons que la Bouenza supérieure se jetait primitivement dans la Lali et qu'un phénomène de capture ou de cassure aurait dérivé la Bouenza vers le Niari central par une succession de chutes.

qui bordent le Stanley-Pool des traces du niveau des eaux à la cote 340, alors que le niveau actuel du Pool est à la cote 296 (voir fig. 3).

A l'appui de cette hypothèse, signalons que les rapides de Zinga sur l'Oubangui et à 900 kilomètres au nord de Brazzaville correspondraient sensiblement à la cote limite de l'ancien lac, soit 348 m. 60.

D'autre part, on constate que tous les affluents du Congo, notamment ceux de rive droite que nous avons étudiés, présentent des vallées suspendues et se jettent dans le fleuve par des chutes dont la hauteur est croissante à mesure que le niveau du fleuve s'abaisse. La Djiri, par exemple, en amont de Brazzaville, ne présente pas de chutes, mais le Djoué, dont le confluent se trouve dans les premiers rapides de Kintamo en aval de Brazzaville, présente une chute d'une dizaine de mètres.

A 65 kilomètres en aval, la Foukalary tombe de la cote 400 à la cote 250 et présente une chute d'environ 150 mètres à son confluent avec le Congo qui n'est plus qu'à la cote 251.

Enfin, jusqu'à la frontière du Congo Belge, la Louvoubi, la Loukou-lousi, la Loenga, présentent des chutes qui sont nettement marquées sur le profil en long. La Loenga présente, d'ailleurs, dans la partie amont de son cours, ainsi que ses affluents, une seconde série de chutes très élevées (200 mètres environ) qui correspondent sans doute à une fracture.

Cette question de l'origine des cataractes du Congo a été très discutée et nous ne pouvons guère qu'apporter à des spécialistes plus compétents les modestes matériaux que nous avons recueillis sur place.

Profil en long du Kouilou Niari. — Le fleuve côtier Kouilou Niari, dont la longueur atteint 710 kilomètres, prend sa source à environ 650 mètres dans les plateaux Batéké. Dans la partie amont de son cours, sa pente est extrêmement rapide puisqu'il présente une dénivellation de 450 mètres sur 110 kilomètres (voir fig. 4). Une chute verticale de 30 mètres de hauteur a été relevée par M. BABET, géologue, mais une reconnaissance supplémentaire permettrait sans aucun doute, de découvrir d'autres accidents.

Dans la deuxième partie de son cours jusqu'à son embouchure, le fleuve a une pente relativement faible — 200 mètres pour 590 kilomètres. Il ne présente que des rapides peu importants à Koussounda à 100 kilomètres environ de son embouchure, à l'endroit où il traverse la chaîne du Mayombe.

Par contre, les affluents de ce fleuve présentent presque tous, comme le montre le profil en long, une pente importante. Parmi ceux qui présentent le plus d'intérêt au point de vue de l'utilisation des forces hydro-électriques, nous citerons la Bouenza et la Louessé, affluents rive droite. Ceux-ci présentent des cassures dans la partie inférieure ou

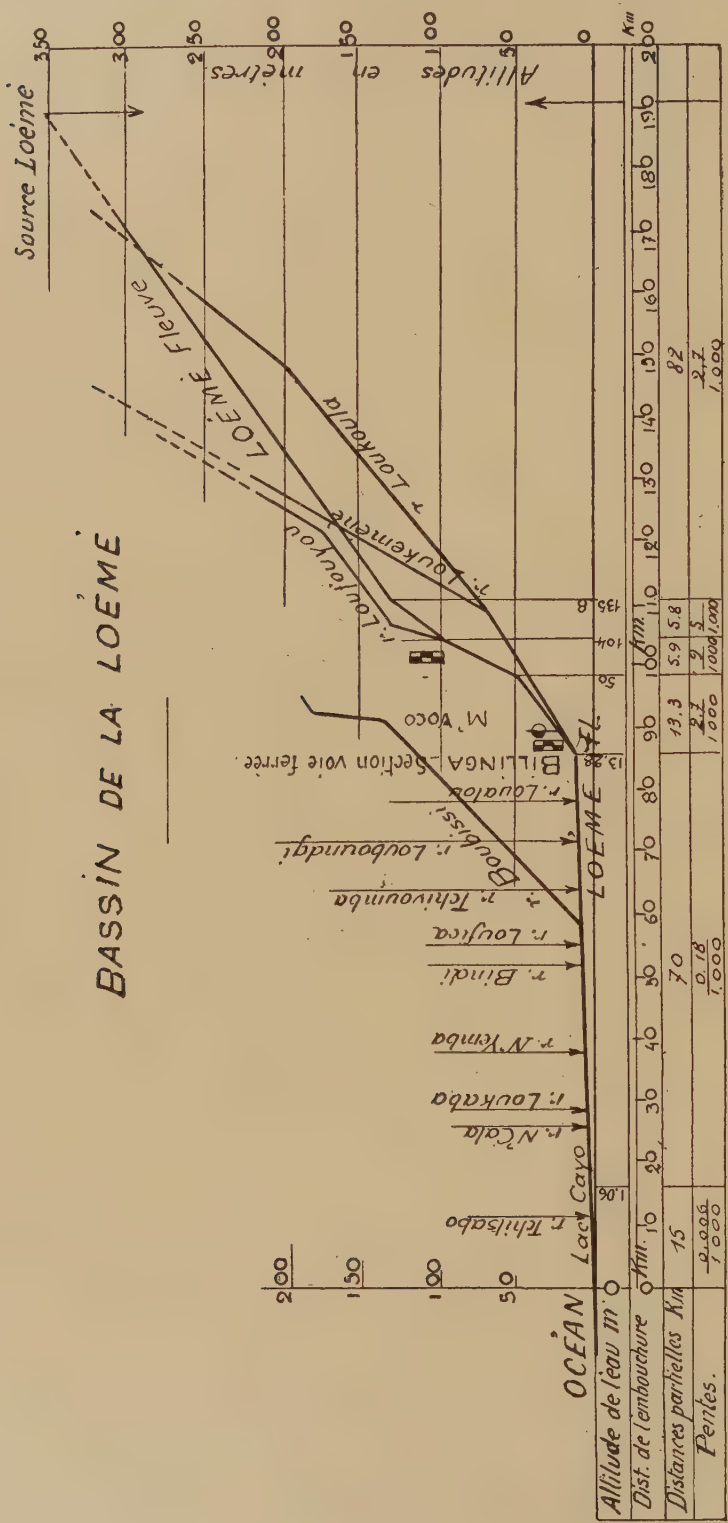


FIG. 5.

moyenne de leurs cours, ce qui rend leur équipement particulièrement économique et ils feront l'objet d'études particulières.

Les autres affluents que nous avons pu étudier présentent soit des dénivellations très fortes avec un débit insignifiant, soit des rapides très peu importants.

Profil en long de la Loémé (fig. 5). — La Loémé est un petit fleuve côtier qui se jette dans l'Océan Atlantique au Sud du port de Pointe-Noire et qui présente, comme l'indique le profil en long, deux parties très nettes : l'une de son embouchure jusqu'au kilomètre 85, avec une très faible pente, la cote n'est que 13 m. 20 au kilomètre 85, puis une seconde partie de ce point jusqu'à sa source, c'est-à-dire sur 95 kilomètres, une dénivellation de 337 mètres. Dans cette partie de son cours, le fleuve présente des gorges très profondes qui justifient un équipement hydro-électrique dont nous nous réservons d'étudier les caractéristiques ci-après.

Les autres affluents présentent un débit extrêmement faible et intermittent : ils ne sont pas utilisables (Pl. IX).

Profil en long de la Nianga. — Ce fleuve côtier présente un profil très rajeuni avec deux parties très nettes de son cours : l'une de son embouchure jusqu'au kilomètre 380 avec une pente forte coupée d'un

Profil en long de la NIANGA.

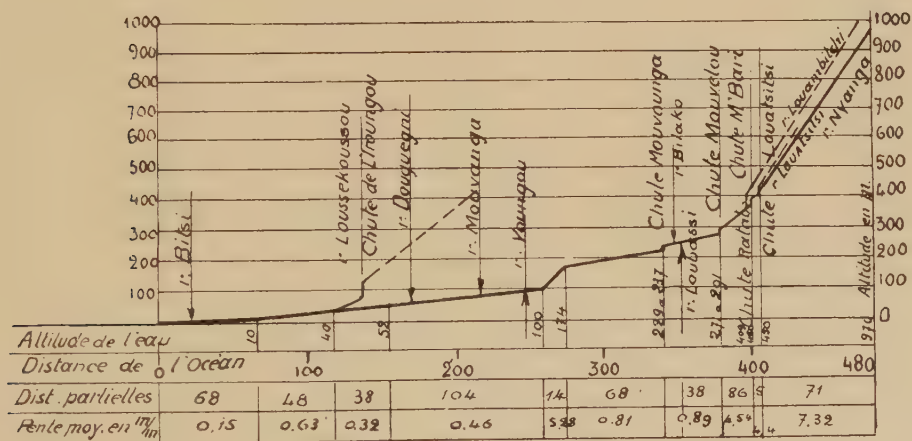


FIG. 6.

certain nombre de rapides et de chutes, soit 300 mètres pour 380 kilomètres ; la seconde partie représentant 100 kilomètres pour lesquels il présente une dénivellation de 700 mètres (voir fig. 6).

Si dans la partie amont de son cours, les débits sont relativement faibles, il n'en est pas de même dans la seconde partie où des équipements très intéressants peuvent être réalisés.

Ce fleuve présente, en particulier au défilé de Mitoungou, une dénivellation de 74 mètres sur 14 kilomètres.

Enfin, une zone particulièrement intéressante s'étend entre la chute Missoungou à la cote 225 et la chute Louatchitchi à la cote 450 sur 69 kilomètres.

Profil en long de la N'GOUNIÉ

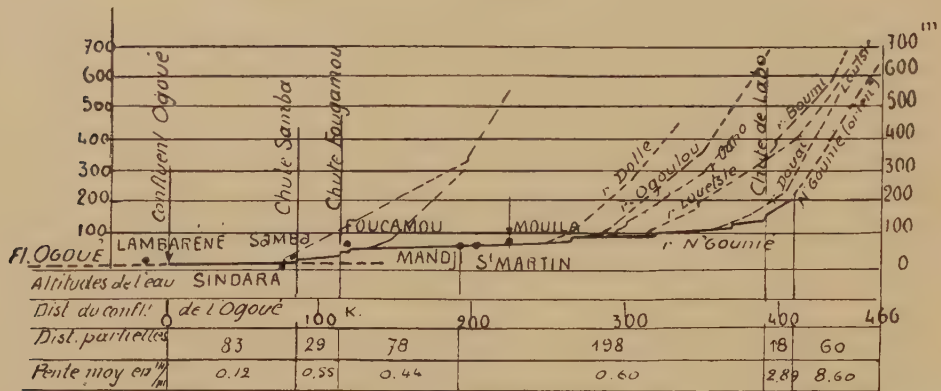


FIG. 7. — La N'Gounié est le principal affluent rive gauche de l'Ogoué. Elle présente un profil en long très accidenté.

Profil en long de l'Ogoué et ses affluents. — L'Ogoué dont la longueur atteint 1.000 kilomètres, présente quatre parties :

1° De sa source jusqu'à la chute Mopoko, dénivellation de 600 mètres présentant des équipements extrêmement intéressants ;

2° De la chute Mopoko au confluent de l'Ivindo, zone à forte pente coupée de rapides et de chutes nécessitant plus de travaux de Génie Civil mais disposant aussi d'un débit plus considérable ;

3° Du confluent de l'Ivindo au confluent de la N' Gounié, zone relativement calme et même navigable ;

4° Du confluent de la N' Gounié à la mer, partie navigable.

Parmi ces principaux affluents, nous devons signaler l'Ivindo, affluent rive droite qui présente la particularité de se jeter dans l'Ogoué par une série de chutes, soit une dénivellation de 260 mètres sur 95 kilomètres avec un débit considérable. Le croquis (fig. 7), montre cette cassure après un parcours navigable de 300 kilomètres.

La N' Gounié, affluent rive gauche, présente aussi, quoique beaucoup moins accusées, une série de chutes dans la partie aval de son cours avec une dénivellation de 100 mètres sur 250 kilomètres (voir fig. 7).

Peut-être serait-il intéressant de rapprocher les séries de chutes observées sur l'Ogoué et ses affluents, d'une part, et celles du Bas-Congo, d'autre part. Nous pensons que les chutes du bassin de l'Ogoué, ou les

PROFIL EN LONG DE LA NOYA

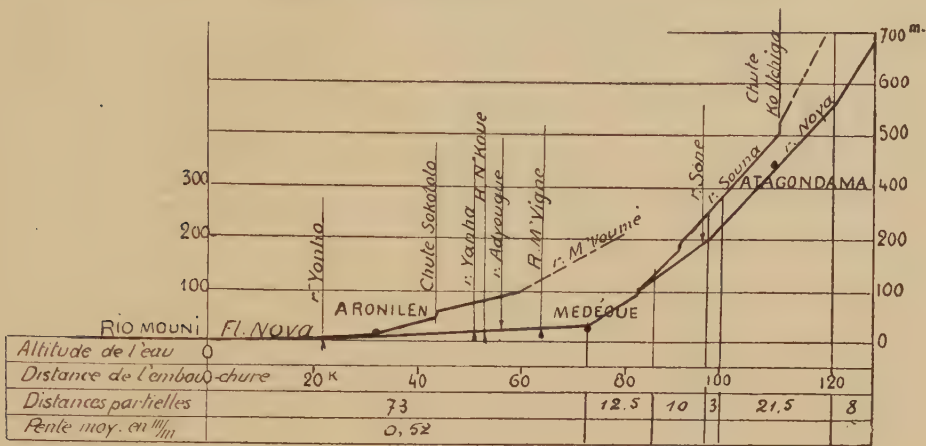


FIG. 8.

PROFIL EN LONG DE LA M'BEI

Affluent rive droite du Como.

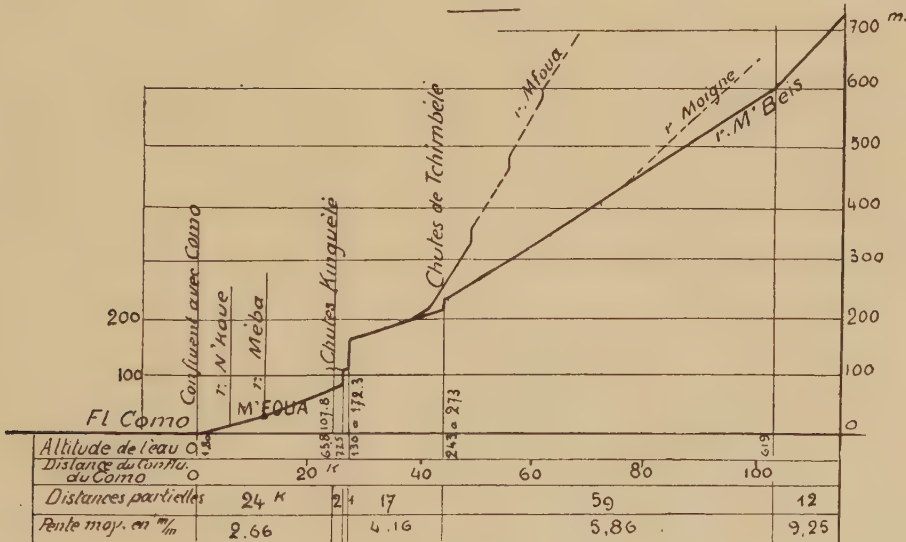


FIG. 9.

rivières ont leurs vallées nettement marquées seraient plutôt dues à des cassures qu'à des phénomènes de capture (Pl. I).

La plupart des affluents de ces cours d'eau présentent aussi des pentes extrêmement rapides.

BASSIN DE LOUBANGUI (Rive Droite)

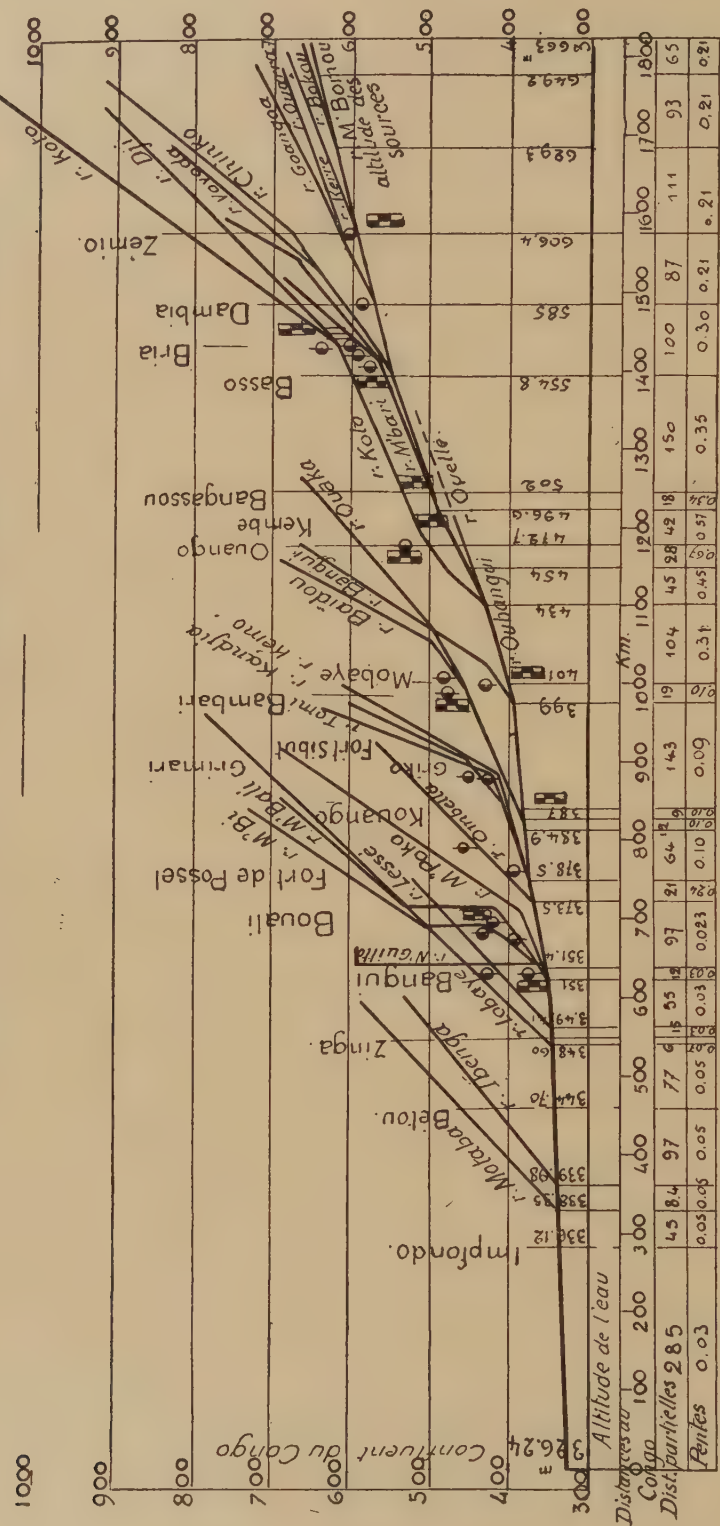


FIG. 10.

D'autres fleuves côtiers ont été étudiés comme la Noya (fig. 8) près de la Guinée Espagnole, qui prend sa source à 700 mètres et descend de 650 mètres sur 60 kilomètres, ainsi que son affluent la Souma. Dans la partie aval de son cours, ce fleuve a une très faible pente, mais la partie amont du fleuve, ainsi que ses affluents rive droite Souma et Voumé, présentent des chutes intéressantes (Pl. II).

Enfin, la Como présente un affluent rive droite : la M'Bei, que nous avons étudié plus particulièrement car il présentait un profil en long très caractéristique avec une chute verticale importante près de son embouchure, c'est-à-dire avec le maximum de débit (voir fig. 9).

Profil en long du HAUT-CHARI et de la NANA.

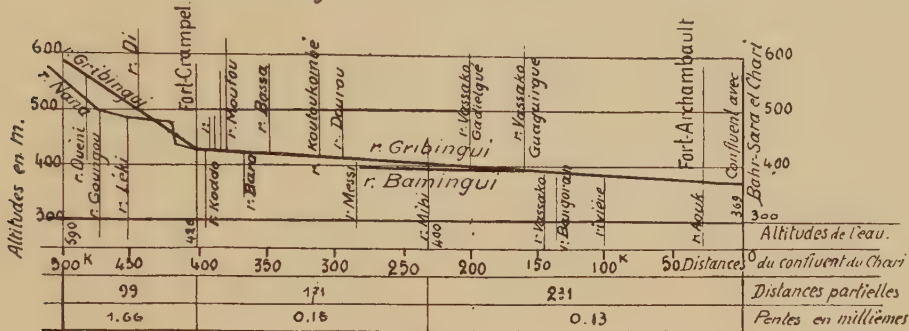


FIG. 11.

Profil en long de l'Oubangui. — La reconnaissance rapide effectuée dans l'Oubangui n'a pas permis de faire une prospection systématique de chacun des affluents de cette rivière. Cependant, les recoupements effectués en altitude à la traversée des principaux affluents, ont permis d'établir un essai de profil en long qui est, d'ailleurs, raccordé aux cotes d'altitude fixées par la mission ROUSSILHE, l'altitude du repère laissé à Bangui étant de 351 m. 19.

L'examen de ce profil montre que, coupé par un certain nombre de rapides peu importants quoique très difficiles à franchir, l'Oubangui présente une pente relativement faible sur les 1.000 premiers kilomètres de son cours, à partir de son confluent avec le fleuve Congo. Au delà, c'est-à-dire à peu près à partir du confluent du M'Bomou avec l'Ouellé venant du Congo Belge, la pente s'accroît puisque la dénivellation est de 250 mètres sur 800 kilomètres. Aucun équipement hydraulique ne paraît intéressant. Seul, un balisage soigné de la rivière et quelques dérochements seraient utiles pour permettre une navigation plus facile.

En ce qui concerne les affluents rive droite de l'Oubangui dont le cours se trouve en entier en Afrique Équatoriale Française, les plus intéressants du point de vue hydraulique, sont le Chinko, la Koto, la



Photo A. E. C.

L'Ogoué. Chutes de Booué (rive droite).



Rapides de Ouango sur le M'Bomou.
(Un peu en aval, le M'Bomou se réunit à l'Ouellé pour former l'Oubangui.)

Ouaka, le M'Poko, qui reçoit la M' Bali et la M' Bi, lesquelles présentent, à une distance assez faible de la capitale Bangui, des chutes verticales très importantes qui sont indiquées sur le profil en long (fig. 10).

Profil en long du Chari. — A titre indicatif, nous avons établi un essai de profil en long d'affluents du Chari, du Bahr Sara, d'une part, avec son affluent la Fafa et du Gribingui, d'autre part, affluent du Bamingui et qui reçoit lui-même la Nana. Ces rivières semblent avoir atteint leur profil d'équilibre et leur profil en long est très nettement différent de ceux de tous les autres cours d'eau que nous avons étudiés (fig. 11 et 12).

2^o MÉTÉOROLOGIE GÉNÉRALE

L'étude de la climatologie est basée sur des observations poursuivies pendant de longues périodes. Malheureusement, pour l'Afrique Équatoriale Française, on dispose de renseignements très incomplets, car le service météorologique n'existe que depuis quelques années, et encore ses stations sont très peu nombreuses.

Heureusement, les climats tropicaux présentent une assez grande régularité et les renseignements existants peuvent donner une vue d'ensemble pour les études d'hydrologie.

Le facteur météorologique le plus important dans le cas qui nous occupe est le régime des pluies qui comprend la répartition des saisons.

D'autre part, les régions voisines de l'Océan, c'est-à-dire le Gabon et l'ouest du Moyen-Congo subissent une influence spéciale due à l'existence du courant froid du Benguela, ce qui modifie d'une façon notable le régime des pluies par les condensations qu'il provoque. L'altitude qui varie de 0 à 1.500 mètres amène une variation notable de la température et des précipitations atmosphériques.

Nous pensons qu'il ne sera pas inutile d'indiquer succinctement les caractéristiques du climat de l'Afrique Centrale Française (A. É. F. et Bas-Cameroun) en insistant davantage sur les éléments qui touchent de plus près à l'hydrographie, c'est-à-dire les saisons et les pluies.

LES SAISONS

La durée et la répartition dans le temps des saisons sont importantes à connaître lorsqu'on veut étudier le régime hydraulique des cours d'eau qui peuvent se trouver plus ou moins régularisés s'ils traversent des régions à saisons opposées. Un exemple typique que nous tenons à signaler est celui du fleuve Congo dont le bassin se trouve situé de part et d'autre de l'Équateur. Ce bassin est si étendu qu'il draine

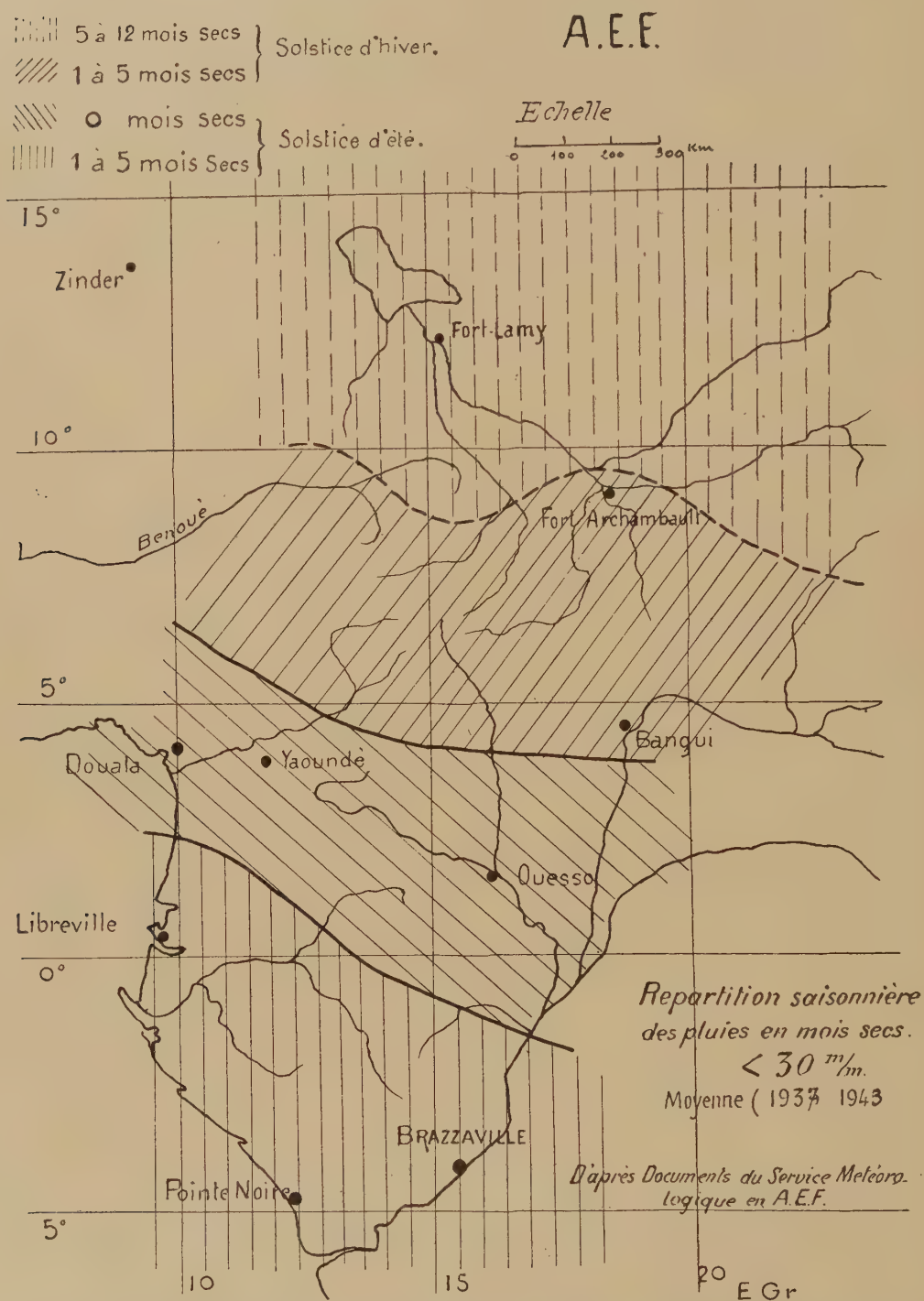


FIG. 13. — On remarquera le décalage au-dessus de l'Équateur de la zone de pluies régulières sans période sèche. Cette zone est comprise entre 0° et 5° de latitude Nord.

les eaux de régions possédant des saisons très diverses. Il s'ensuit une régularisation naturelle qui fait que le débit varie seulement du simple au double, soit de 30.000 à 60.000 mètres cubes à la seconde devant Brazzaville.

Cet exemple limite peut se retrouver moins accentué sur un certain nombre de cours d'eau, suffisamment longs, de direction Nord-Sud.

Dans la zone équatoriale, il pleut à peu près toute l'année.

Dans la zone tropicale on trouve deux saisons sèches et deux saisons de pluies plus ou moins longues.

La figure 13 fait ressortir plus clairement les régions à 0 mois secs celles de 1 à 5 mois secs et celles de 5 à 12 mois secs.

Nous indiquerons brièvement les répartitions de saisons pour les régions qui intéressent notre étude :

A LIBREVILLE. — 15 mai-15 septembre, grande saison sèche ; pas du tout de pluies en juin-juillet ;

15 septembre-15 décembre, petite saison de pluies ;

15 décembre-10 janvier, petite saison sèche avec brouillard ;

10 janvier-15 mai, grande saison de pluies.

BRAZZAVILLE. — 15 mai-30 septembre, grande saison sèche, pas de pluies en juin et juillet, quelques gouttes en août ;

1^{er} octobre-20 décembre, petite saison de pluies ;

20 décembre-20 janvier, petite saison sèche ;

20 janvier-15 mai, grande saison de pluies ;

Les petites saisons sont irrégulières et souvent peu marquées.

MOBAYE. — 1^{er} décembre-1^{er} mars, saison sèche ;

1^{er} mars-1^{er} décembre, saison de pluies avec maximum en août, septembre, octobre.

FORT-CRAMPEL. — 10 novembre-15 mars, saison sèche ;

15 mars-10 novembre, saison de pluies, maximum en juillet, août.

Au fur et à mesure que l'on va vers le nord la saison sèche s'allonge.

Le tableau ci-après (p. 28) qui montre la répartition mensuelle des pluies dans un certain nombre de localités résume ces données générales. Il nous servira à montrer que pour certaines régions du Gabon, du Moyen-Congo et du Sud-Cameroun, on peut espérer obtenir une régularisation assez complète des ressources hydro-électriques, si elles venaient un jour à être mises en commun.

Le service météorologique de l'A. É. F. étant de création toute récente, nous n'avons pu recueillir que des renseignements concernant l'année 1943.

22 RÉGIME DE QUELQUES COURS D'EAU D'AFRIQUE ÉQUATORIALE

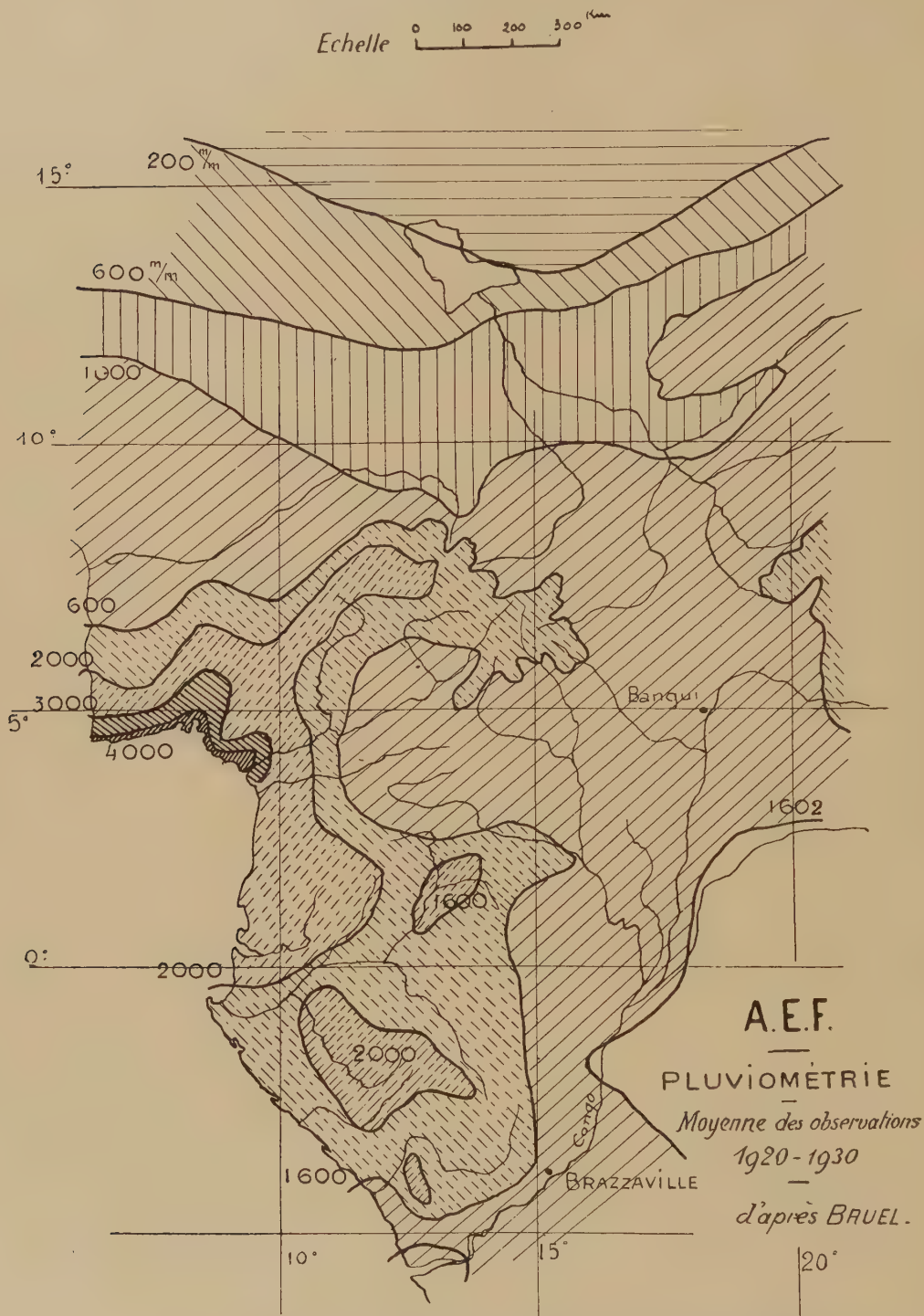


FIG. 14. — On remarquera les différences de détail entre deux cartes établies, l'une avec la moyenne des premières observations sérieuses entre 1920 et 1930 et l'autre qui résulte des mesures précises du Service Météorologique qui a raccordé ses résultats avec ceux des pays voisins.

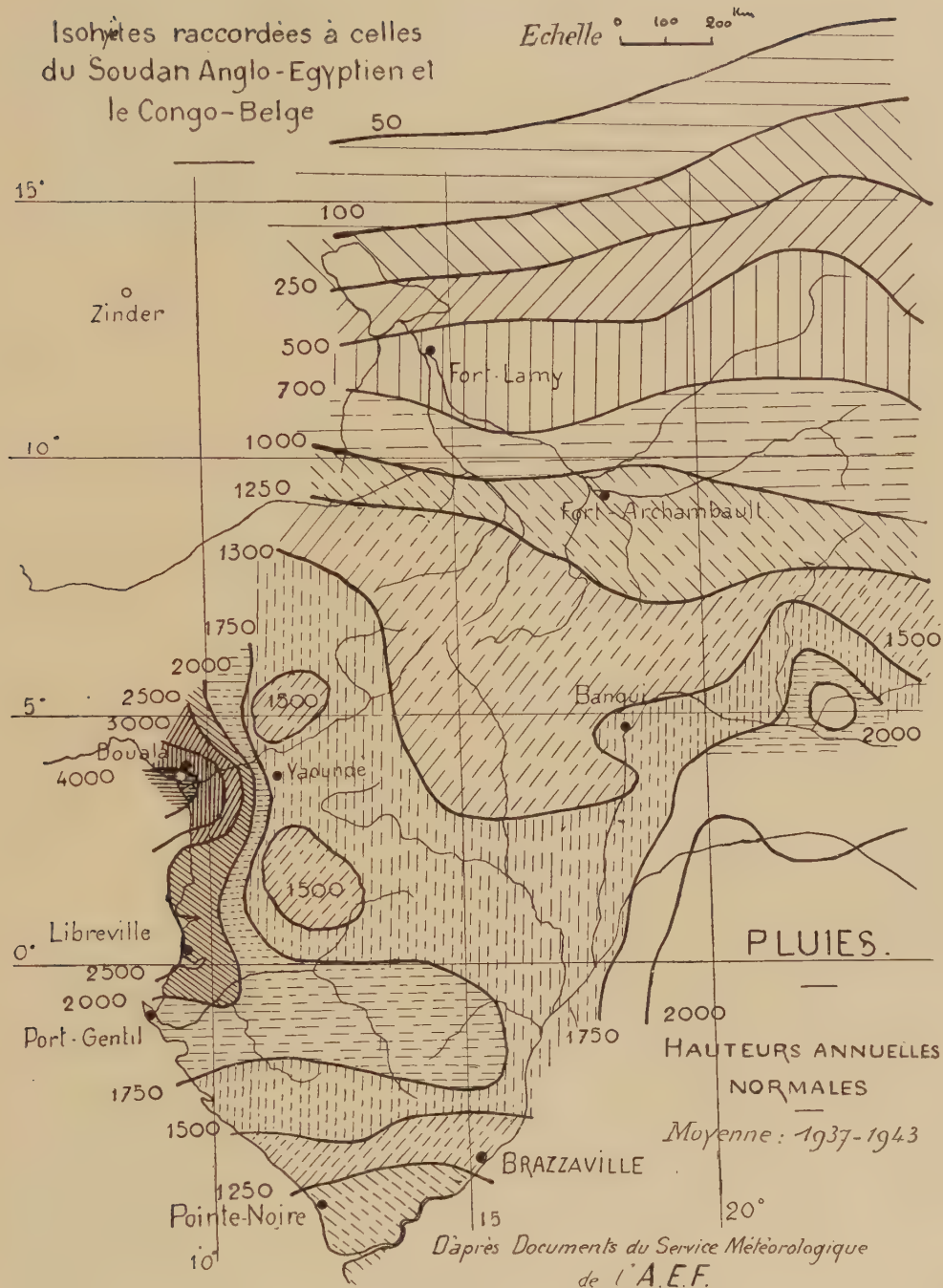


FIG. 15.

LES PLUIES

Ainsi que nous l'avons indiqué, le régime des pluies est un élément important de toutes nos études hydrologiques. Il est relativement peu connu encore et nous montrons par les deux croquis ci-contre que des progrès assez rapides ont été faits dans la connaissance du régime.

Le croquis (fig. 14) avait été établi par M. BRUEL en utilisant tous les renseignements de sources très diverses sur le régime des pluies de

*Graphique montrant le décalage des débits
par rapport aux pluies.*

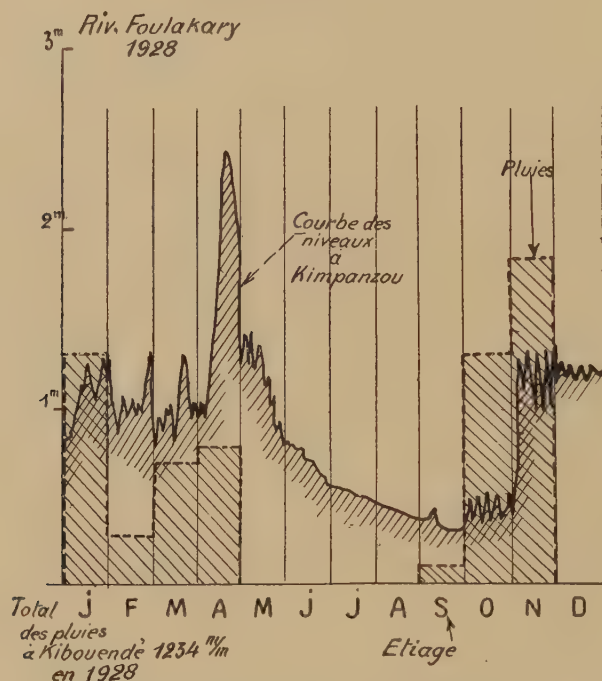


FIG. 16. — Graphique montrant le décalage des débits par rapport aux pluies (courbe de décrue de la R. Foulakary).

1920 à 1930, tandis que le croquis (fig. 15) qui présente des différences de détail avec le premier, repose sur les données du service météorologique s'étendant sur la période 1937 à 1943 ; il tient compte, d'ailleurs des renseignements communiqués par le Soudan Égyptien et le Congo Belge.

Il y a lieu de noter, d'ailleurs que les variations des pluies annuelles peuvent être importantes d'une année à l'autre (1) : pluies à Nyombe (Cameroun), 2.300 millimètres en 1918, 1.700 millimètres en 1926.

(1) Étude de M. FROLOW, *Contribution à l'étude des prévisions des pluies à longue échéance à la Colonie.*

Nous nous sommes préoccupés de chercher à faire apparaître le décalage des crues par rapport aux pluies. Malheureusement, les observations que nous avons pu faire s'étendent sur une trop courte période pour que l'on puisse en tirer une conclusion intéressante. Nous croyons, cependant, utile de mentionner cette recherche afin qu'il en reste quelques indications pour ceux qui voudront pousser ces études.

La figure 16 montre le décalage des courbes des niveaux de la rivière Foulakary pour l'année 1928 avec les chutes de pluie.

Parmi les autres facteurs du climat qui peuvent nous intéresser, figurent l'hygrométrie, l'évaporation, pour la détermination des indices d'écoulement, des réservoirs de retenue, la pression atmosphérique pour les mesures d'altitude et, en dernier lieu, la température, les vents et la nébulosité qui intéressent plus particulièrement d'autres services, notamment l'aviation.

Hygrométrie. — Dans la zone équatoriale, on observe toujours une très forte humidité, tandis que dans la zone tropicale, les variations sont très importantes suivant les saisons. Même pendant la saison sèche la variation journalière peut elle-même être très forte. Le croquis ci-dessus (fig. 17) donne les résultats moyens observés par le service météorologique de l'A. É. F. pour l'humidité relative moyenne annuelle et pour les variations diurnes de température.

Une étude précise faite à Bangui par M. Richard ingénieur météorologiste (1) a donné les résultats suivants :

Humidité relative de l'air :

Maximum annuel .	98,45 %	Amplitude	50,58 %
Minimum moyen ..	47,87	Minimum absolu (en	
Valeur moyenne ..	73,16	février)	4

VARIATIONS DIURNE DE TEMPÉRATURE.
Humidité relative moyenne annuelle

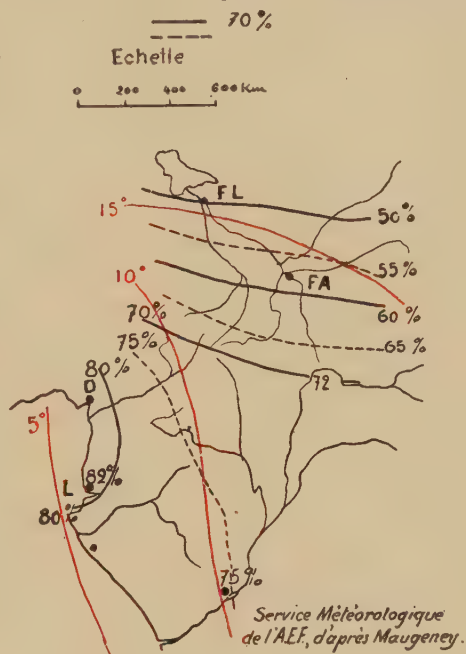


FIG. 17.

(1) Rapport de la Mission scientifique Française, Compte rendu de l'année polaire internationale 1932-1933.

Ces chiffres concordent avec les courbes de la moyenne des années 1937-1943 établies par le service météorologique de l'Afrique Équatoriale Française et reproduites sur le plan.

Évaporation. — On possède, à l'heure actuelle, très peu de renseignements sur l'évaporation. Toutefois, quelques renseignements peuvent être empruntés aux études faites au Congo Belge, ainsi qu'à celles présentées dans le rapport de M. RICHARD lors de travaux de l'année polaire internationale.

Ces renseignements concernent la région de Bangui et nous les indiquons à titre d'information. Il serait souhaitable que l'évaporation puisse faire l'objet d'études particulières, notamment dans les régions à fortes saisons sèches.

Mesures faites à Bangui, latitude 5° Nord, en 1932-33 par M. RICHARD (1) à l'évaporomètre de Piche, sous abri en millimètres.

1932		1933	
Août	97,1	Janvier	191,4
Septembre	87,6	Février	223,9
Octobre	105,3	Mars	175,1
Novembre	108,3	Avril	147,8
Décembre	152,3	Mai	137,5
		Juin	101,2
		Juillet	102,3

soit un total de 1 m. 64 d'eau évaporée alors que la quantité d'eau recueillie annuellement à Bangui était de 1 m. 70.

Le maximum quotidien fut de 13 mm. 2 en février et le minimum 0 mm. 2.

Les moyennes journalières observées furent :

1932	Millimètres	1933	Millimètres
Août	3,13	Janvier	6,17
Septembre	2,91	Février	7,99
Octobre	3,39	Mars	5,64
Novembre	3,61	Avril	4,92
Décembre	5,23	Mai	4,43
		Juin	3,37
		Juillet	3,30

Dans une étude sur la régularisation du débit des lacs et anciens lacs Congolais, le capitaine Robert THYS (2) avait donné les indications suivantes :

(1) Compte rendu de l'année polaire internationale 1932-1933.

(2) Publiée par la Compagnie du Congo Belge pour le Commerce et l'Industrie en 1913.



Au bord du Gribingui
(près de Damoga).



Une rivière du bassin de l'Ogoué.



Photo A. E. C.

Le Chari, vu de la rive du Cameroun.

Lac Moero, latitude 8° Sud, moyenne journalière en saison de pluies 2 mm. 55 ;

Lac Tanganika, latitude 3 à 8° Sud, moyenne journalière en saison sèche 4 mm. 55.

Soit en comptant 210 jours de saison de pluies et 155 jours de saison sèche, une évaporation totale annuelle de 1 m. 35.

Ces chiffres se rapprochent sensiblement de ceux observés à Bangui où les précipitations annuelles sont supérieures.

Pression atmosphérique. — Dans ces régions, la pression atmosphérique varie très peu au cours de l'année et les variations sont constantes pendant une même période.

La marée barométrique est très visible et elle n'est marquée par aucune perturbation, sauf à chaque tornade où la courbe fait un saut brusque ascendant de un millimètre au maximum ; ainsi, les tornades sont signalées par un petit crochet de la courbe. L'amplitude de cette marée est faible en saison de pluies, elle augmente un peu en saison sèche.

Nous avons utilisé ces caractéristiques lors de nos relevés pour corriger les nivellements barométriques effectués. Nous laissons pour cela, en un point déterminé, un baromètre enregistreur que l'on compare au départ et à l'arrivée avec celui qui avait été emporté.

Il y a lieu de préciser que pour des distances de l'ordre de 20 kilomètres, nous considérons comme très faibles les variations de champ et de phase de la marée.

Les vents. — Sur la côte, on observe, notamment au Gabon en saison sèche, la brise du large qui s'élève vers 15 heures et dure jusqu'à 21 heures ; après un calme qui s'étend jusqu'à minuit, la brise de terre se met à souffler jusqu'à 9 heures du matin avec un maximum à la pointe du jour.

En saison des pluies, les vents sont les mêmes, mais ils sont moins forts et moins réguliers.

A Brazzaville, les vents du Sud-Ouest sont prédominants et soufflent presque continuellement en saison sèche, mais sans influence en saison de pluies, les vents viennent du Sud ou de l'Ouest ; les vents du Nord-Est, de l'Est et du Sud-Est apportent les tornades.

La nébulosité. — La nébulosité est très variable et souvent, à la tombée de la nuit, le ciel, qui était assez pur, se couvre entièrement en quelques minutes.

Températures. — Dans toute la zone équatoriale, les variations de température sont relativement faibles.

28 RÉGIME DE QUELQUES COURS D'EAU D'AFRIQUE ÉQUATORIALE

Nous avons résumé ci-après, en un tableau, les chiffres correspondant à quelques stations caractéristiques très éloignées les unes des autres.

On y verra figurer des renseignements sur les pluies, les pressions, les températures, l'humidité relative.

Tableau des moyennes observées en 1943.

STATIONS	LIBREVILLE	POINTE-NOIRE	BRAZZAVILLE	BANGUI
Pluies en millimètres :				
Janvier	304,1	93,3	100,4	7,4
Février	236,9	11,1	110,2	6
Mars	247,9	133,4	90,4	92,8
Avril	405,2	322,4	180,5	95,8
Mai	150,1	42	96,7	129
Juin	0	0	2,8	170,9
Juillet	25	0	0	197,6
Août	83	2,1	0	184
Septembre	72,2	30,7	94	145,5
Octobre	306,2	15,4	45,7	105,3
Novembre	315,9	110,0	909,6	89,3
Décembre	149,1	57,6	103	27,5
Total	2.208,4	818,0	1.045,9	1.252,1
Pression atmosphérique moyenne :				
Matin minimum	1.012	1.011,7	976,09	966,4
Matin maximum	1.014,14	1.014,0	978,75	969
Soir minimum	1.010	1.010	973,82	964,1
Soir maximum	1.013	1.013,1	977,18	967,2
Température moyenne	25°9	24°8	24°55	25°84
Humidité relative :				
Minimum	70	64	57,4	48,8
Maximum	93	93	96,4	98,3

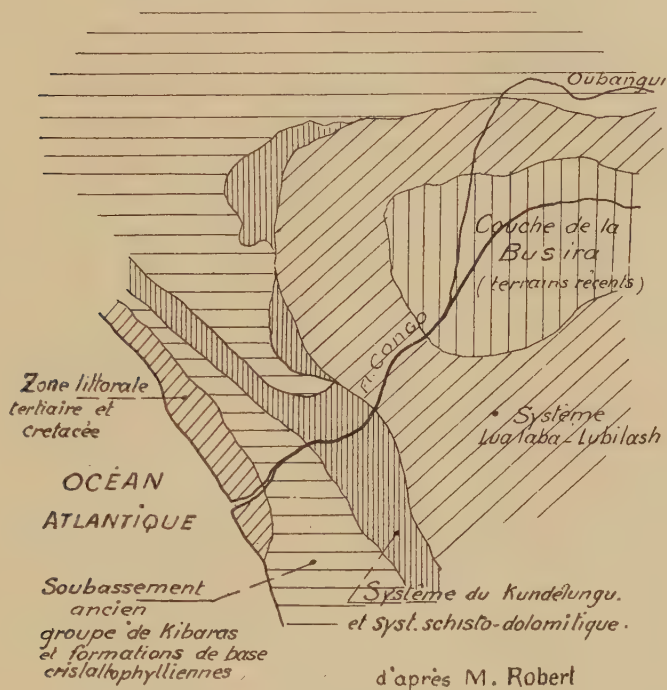
3° GÉOLOGIE

Schéma géologique général de l'Afrique Équatoriale Française. — Comme nous l'avons indiqué, dans un précédent chapitre, l'Afrique Équatoriale Française ne constitue ni une unité géographique ni une unité géologique. Nous nous trouvons, en quelque sorte, détenir une moitié de l'immense bassin du Congo et la géologie de notre territoire ne peut être considérée que comme une partie de celle du bassin du Congo.

Ce dernier est constitué essentiellement par un socle continental de formation archéenne très plissée avec, dans la partie centrale, une cuvette recouverte d'une couche plus ou moins épaisse de dépôts lacustres ou d'alluvions horizontaux qui se sont déposés depuis la période carbonifère jusqu'à nos jours.

Autour du centre de la cuvette, c'est-à-dire dans la partie située hors des inondations actuelles, se trouvent des dépôts lacustres qui datent de la période pendant laquelle le Congo débouchait dans un immense lac de la région du Stanley-Pool, c'est-à-dire avant le phénomène de captation qui lui a permis d'écouler ses eaux dans l'Océan Atlantique. Ces dépôts sont nommés couches de la Busira (voir fig. 18).

CROQUIS GÉOLOGIQUE DE L'A.E.F.



d'après M. Robert

FIG. 18. — Croquis schématique montrant la structure géologique de l'ensemble du bassin du Congo.

Sur ce socle cristallin, qui affleure, d'ailleurs, sur de vastes espaces, apparaissent, en bordure de la cuvette Congolaise, des sables, des argiles, des grès et des schistes horizontaux. C'est le système du Lualabālubilash qui s'étend de la fin du carbonifère au début du jurassique avec, à sa base, un conglomérat glaciaire d'extension très générale. Ce système correspond, en Afrique Centrale, aux couches du Karoo.

Le manque de fossiles empêche de donner toutes précisions utiles sur ces formations.

Dans la zone du littoral, on trouve des couches crétacées avec des grès sub-littoraux bitumineux. Nous reproduisons ci-dessus un schéma

d'ensemble extrait de l'ouvrage de Maurice ROBERT qui montre bien les grandes divisions indiquées plus haut.

D'APRÈS LA CARTE GÉOLOGIQUE PROVISOIRE DE L'AEF.

DE P LÉGOUX ET V HOURCQ

116 0 580 Km
Echelle

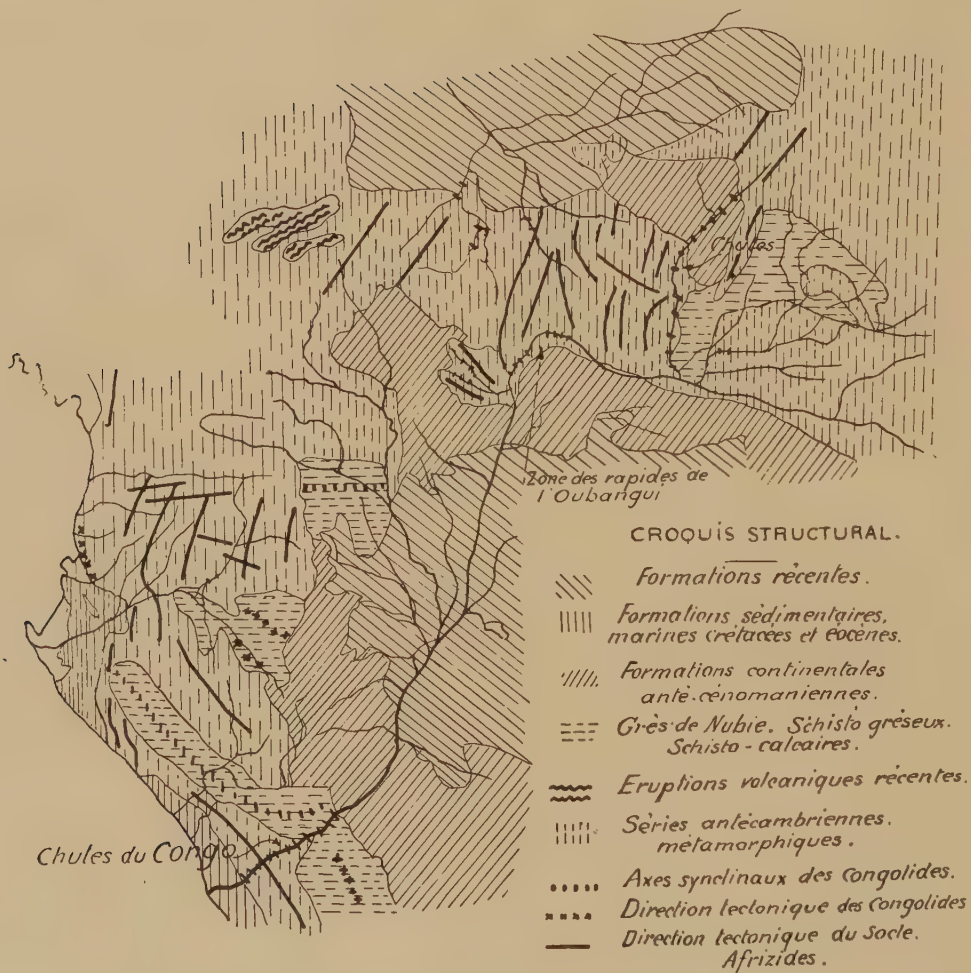


FIG. 19.

Pour mieux suivre l'étude géologique de certaines parties du bassin du Congo, il est possible de se référer aux études plus complètes qui se sont poursuivies de 1939 à 1944 et dont les résultats ont été, en partie, reportés dans une carte géologique provisoire de l'Afrique Équatoriale

Française, à l'échelle de 1/3.500.000 publiée en août 1942 par Pierre LEGOUX, chef du Service des Mines et Victor HOURCQ, directeur du Syndicat d'Études Pétrolifères et de recherches géologiques. Nous reprodui-

D'APRES LA CARTE PROVISOIRE DE P. LEGOUX ET V. HOURCQ.



FIG. 20.

sons, avec la permission de M. HOURCQ, un croquis schématique d'ensemble relatif (fig. 19) aux divers bassins que nous avons étudiés au point de vue de l'hydrographie, ainsi qu'un schéma géologique du bassin de l'Ogoué et du Moyen-Congo (fig. 20).

Lignes de dislocation. — Dans son ouvrage *La France Équatoriale*, M. BRUEL indique un certain nombre de lignes de dislocation suivant les vallées des principaux cours d'eau,

En ce qui concerne le Bas-Congo, il semble qu'il n'y ait pas eu de « dislocation », mais bien creusement rapide de la vallée par l'érosion extrêmement violente des eaux du Congo dans le massif très plissé et à travers les chaînes parallèles de la côte du Mayombe.

Par ailleurs, certains fleuves se sont ouvert avec difficulté un passage dans les roches, ce qui est le cas du Kouilou-Niari et de la Nyanga. Il en serait de même pour certains autres cours d'eau dans les monts de Cristal au Gabon.

Direction des failles. — Pour certaines régions que nous allons passer successivement en revue, nous nous sommes préoccupés de rechercher si les chutes étudiées pouvaient constituer une indication complémentaire et une contribution à l'étude de la géologie détaillée des bassins.

La formation des chutes peut être due, en effet, à un phénomène géologique ou lithologique (traversée de différents terrains : quartzite, granit, grès dur).

La superposition des positions de chute sur les cartes géologiques réduites à même échelle ne nous a guère donné de renseignements précis, car les géologues, trop peu nombreux jusqu'à présent, n'ont pas encore pu différencier et tracer sur une carte, les détails lithologiques. Ils ont pu seulement porter sur les cartes à grande échelle le contour de différentes séries.

Ces remarques montrent combien il serait désirable, et nous reviendrons sur ce point, de constituer des équipes géologiques, hydrographiques et topographiques pour l'étude des diverses régions avec le maximum de rendement.

D'autre part, on ne peut pas expliquer seulement par un phénomène géologique et tectonique (failles) l'origine des chutes. Il en est ainsi des chutes du Bas-Congo.

Cette capture peut faire penser qu'il s'en est produit un certain nombre d'autres. On observe, d'ailleurs, beaucoup de chevauchements de bassins qui sont caractéristiques des pays tropicaux, avec des crêtes de partage des eaux en fer à cheval dues à une forte érosion actuelle. Cela favorise le captage et la création corrélative des chutes.

Nous avons reporté sur les plans ci-après concernant les affluents du Moyen-Congo, l'Oubangui, le Kouilou-Niari, les chutes relevées ainsi que les directions de cassures et leur hauteur afin de rechercher si certaines correspondances utiles pouvaient être établies.

Nous avons, en outre, reporté sur ces mêmes plans les limites de formations géologiques correspondant à la carte Legoux. Les quelques indications que l'on peut tirer de ce travail sont les suivantes :

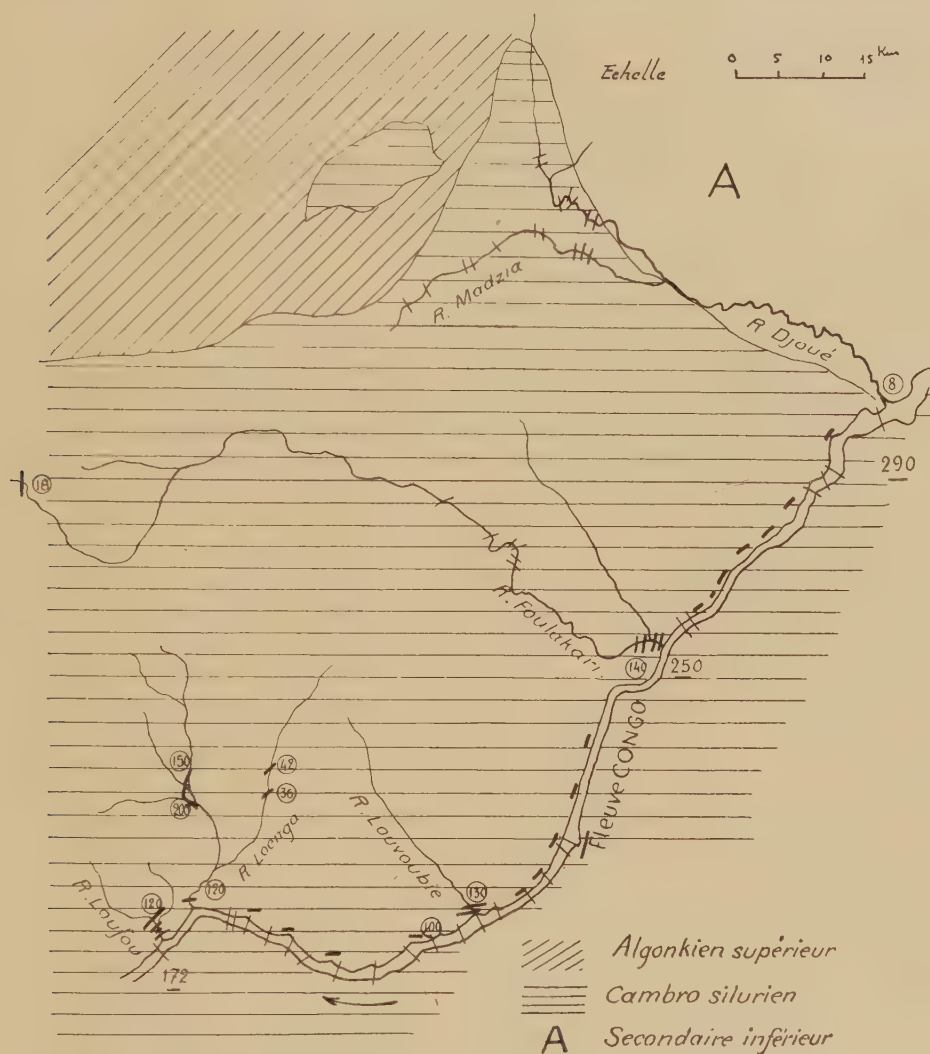


FIG. 21. — Croquis géologique du bassin du Moyen-Congo montrant les vallées suspendues des affluents du fleuve avec indication des hauteurs de chutes et la direction des crêtes déversantes.

Bassin du Moyen-Congo. — Les divers affluents Foulakary, Louvoubie, Loenga et Loufou ont leur bassin dans les grès rouges horizontaux. Leur faible débit n'a permis qu'une érosion peu importante et irrégulière. Aucune indication ne semble pouvoir être demandée à la géologie, quant à l'origine des chutes dont l'orientation des crêtes déversantes et la hauteur ont été indiquées (fig. 21).

Bassin du Kouilou-Niari. — Les chutes importantes de la Bouenza se trouvent notamment dans les calcaires inférieurs à l'aval de la section comprise dans le système quartzo-schisteux et à la jonction de ces deux natures de roc (fig. 22).



FIG. 22. — Croquis géologique du bassin du Kouilou-Niari montrant l'emplacement des chutes importantes avec l'indication des directions des crêtes.

La chute Ibabanga sur la Louessé se trouve au passage des systèmes cristallophillien et quartzo-schisteux.

Enfin, les rapides de Koussounda, sur le Niari inférieur, se trouvent dans les terrains quartzo-schisteux.

M. BABET estime que, là encore, on se trouve en présence d'une capture du fleuve Niari qui, primitivement, se dirigeait vers le Nord-Est, vers la Nyanga, et qui aurait été capté par un fleuve côtier.

Nous n'avons pas noté, sur place d'arguments en faveur de cette hypothèse.

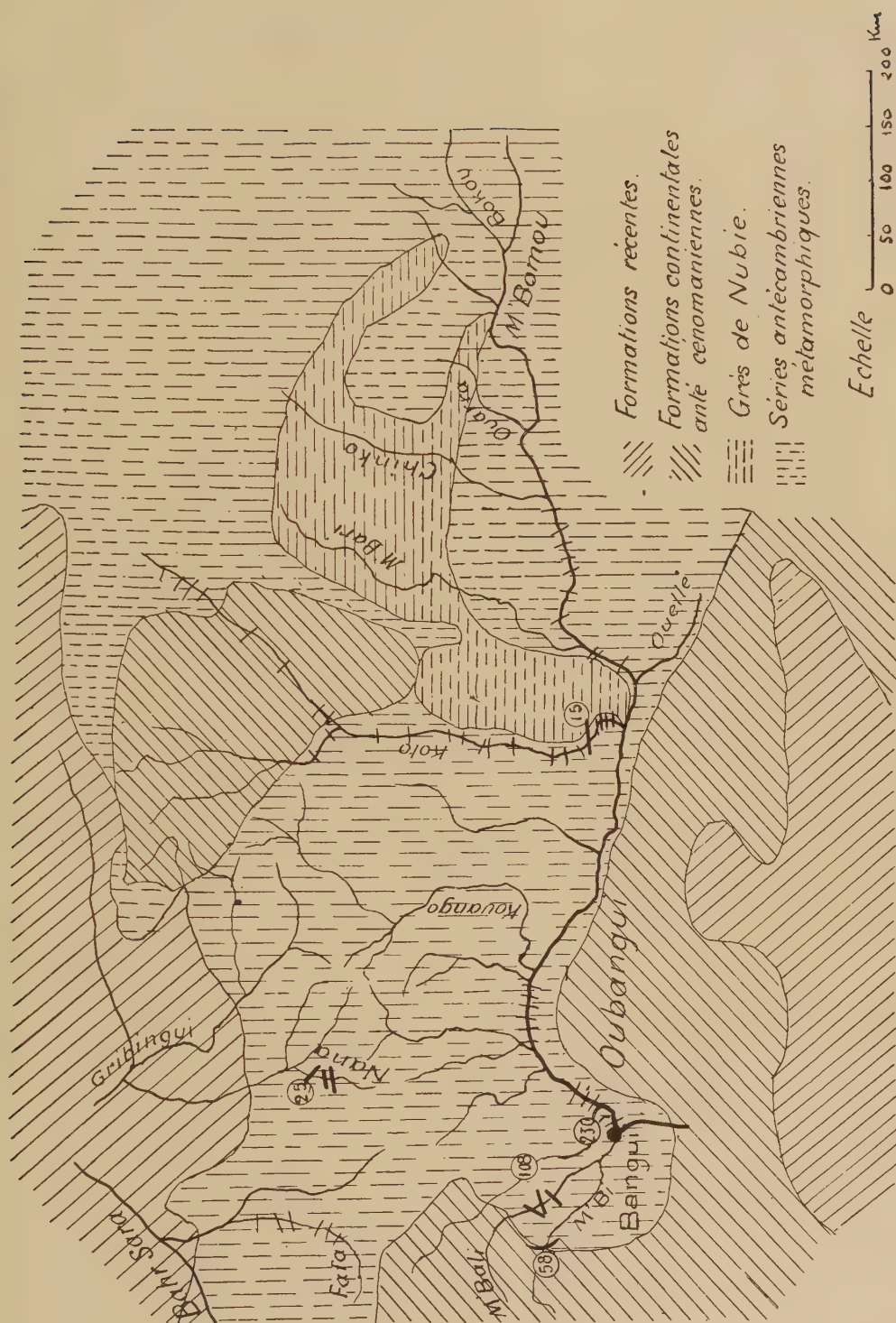


FIG. 23. — Croquis géologique du bassin de l'Oubangui montrant l'emplacement des chutes et rapides avec la direction des crêtes déversantes et la hauteur.

Bassin de l'Oubangui. — L'indication de la position des chutes observées sur les cartes géologiques encore très sommaires du bassin de l'Oubangui ne permet de tirer aucune conclusion intéressante (Pl. IV).

Tous les rapides de l'Oubangui apparaissent dans les séries antécambriennes métamorphiques. Quant à la Kotto, il semble que cette importante rivière, dont le cours est extrêmement accidenté, suive la ligne de liaison entre les terrains précédents et les grès de Nubie qui paraissent avoir été érodés complètement par l'Oubangui roulant dans une section à très forte pente et qui reçoit, à cet endroit, l'Ouellé entre Ouango et Mobaye (fig. 23).

4^o LES SOLS

D'une façon générale, en Afrique Équatoriale Française, les alluvions recouvrent une très vaste étendue dans les cuvettes du Congo et du Tchad ; puis, on trouve entre le Moyen-Congo et le bassin de l'Ogoué les sables blancs des plateaux Batéké qui proviennent de la décomposition sur place des grès tendres, les argiles rouges, les grandes zones de latérite qui résultent soit de la décomposition, par place, des roches, soit de l'action chimique et physique des pluies, soit de la désagrégation mécanique provenant des brusques variations de température qui, en certaines saisons, peuvent atteindre par endroits 40 à 70° en quelques heures, soit sous l'action des vents, soit enfin, sous l'action de ces divers facteurs combinés.

Sur ces roches mères, les sols pauvres divers ont une grande extension dans les régions tropicales, extension qui augmente lorsque la saison sèche s'allonge. Ces sols sont recouverts soit par la savane boisée pauvre, soit par la savane herbeuse.

D'autre part, on rencontre de grandes étendues recouvertes d'un manteau sableux constitué par les couches de lubilash, ainsi que l'indique M. ROBERT. Ce sol pauvre est, cependant, recouvert par une savane boisée grâce à l'abondante nappe aquifère qu'il recèle. Exemple, la région de Pangala au Nord de Brazzaville.

Le défrichement des régions forestières donne un sol riche en humus qui peut donner de belles cultures, au moins pendant quelques années.

Les autres sols sableux, argileux rouges ou rouge violet sont liés aux affleurements de conglomérat de grès feldspathiques ou de calcaires.

Végétation. — La végétation découle :

- 1° de la latitude ;
- 2° des caractéristiques du climat, notamment du régime des pluies et de la température ;

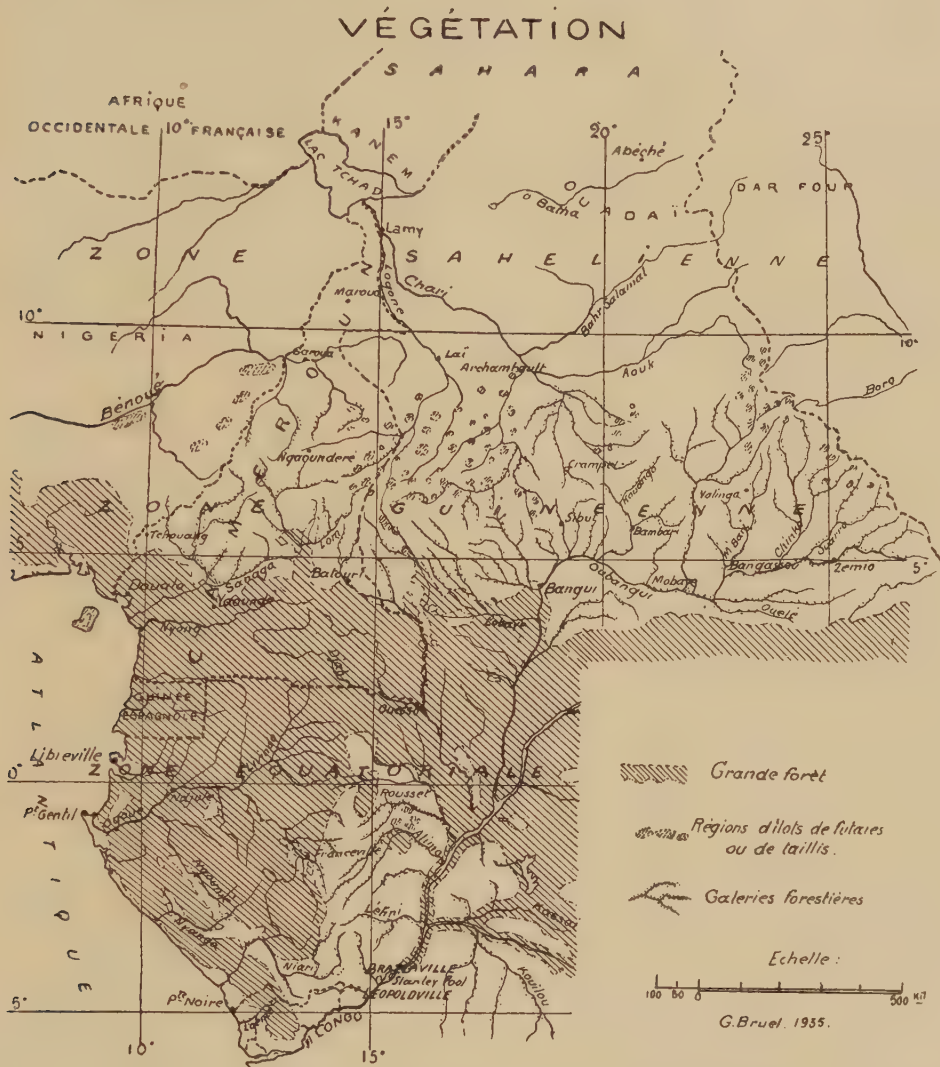


FIG. 24. — Schéma montrant la répartition des zones de grande végétation tropicale qui coïncident sensiblement avec les zones de très fortes pluies.

3° de l'altitude ;

4° de la nature du sol.

Les conditions de température et d'humidité de ces régions à climat équatorial dominant nettement par leur influence sur le type de végétation. On peut considérer, tout d'abord, la forêt équatoriale qui correspond aux régions de forte pluviosité et sans saison sèche. Elle est cons-

tituée par des essences feuillues hygrophiles et à végétation non périodique.

La savane boisée qui correspond à une zone climatique comportant une saison sèche plus ou moins longue. Les essences qui la constituent sont tropophiles et adaptent leur cycle de végétation aux cycles des saisons sèches et des saisons de pluies.

Dans certaines régions, la zone boisée se complète, le long des cours d'eau, par des galeries forestières plus ou moins larges où l'on retrouve la végétation caractéristique de la forêt tropicale.

Enfin, la savane herbeuse correspond aux régions avec très longue saison sèche ou entièrement sèche. Elle peut comporter, le long des cours d'eau, des parties de savane boisée.

Nous avons reporté sur la figure 24, les zones de grande forêt et celles de savanes avec galeries forestières.

Relations entre les formations végétales et les éléments fondamentaux du climat. — Un certain nombre de savants se sont préoccupés de rechercher, à l'aide de données numériques simples si l'on pouvait établir une relation entre les éléments fondamentaux du climat et les formations végétales tropicales. Nous citerons les noms du botaniste EMBERGER, Emmanuel de MARTONNE, H. PERRIN et COUTAGNE (1). Notamment, M. de MARTONNE a proposé un indice d'aridité qui se formule comme suit :

$$A = \frac{P}{10 + T}$$

dans lequel P est la hauteur moyenne annuelle des pluies en millimètres, T est la température moyenne en degrés centigrades.

M. PERRIN observe que la forêt équatoriale répond à des indices annuels toujours supérieurs à 40, aucun indice mensuel n'étant inférieur à 20 et six mois ayant des indices supérieurs à 40. La savane boisée apparaît dès qu'un seul mois a un indice inférieur à 20, dans les régions où l'indice annuel est faible de l'ordre de 20 à 60. Cette savane boisée reste la formation principale aussi longtemps qu'il y a plus de six mois à indice mensuel supérieur à 40.

(1) Nouvelle carte mondiale de l'indice d'aridité par E. DE MARTONNE, *Revue de Météorologie et de Physique du Globe*, janvier-juin 1941.

Notes sur le déficit d'écoulement et l'indice d'aridité, par A. COUTAGNE, même Revue.

L'évaporation du sol et le déficit d'écoulement considérés du point de vue hydrographique, agronomique et climatologique, par A. COUTAGNE, *Revue de Météorologie et de Physique du Globe*, juillet-décembre 1942.



Chute Kembé, sur la Kotto
(Oubangui).



Chute de Bouali, sur la M'Bali,
affluent de l'Oubangui.



Photo A. E. C.

Oubangui. Vue de Mobaye.

La steppe apparaît quand l'indice mensuel reste inférieur à 20 pendant plus de six mois.

Nous rappellerons que M. de MARTONNE a calculé l'indice d'aridité pour un certain nombre de stations d'Afrique Équatoriale.

Si nous calculons cet indice pour les stations dont les caractéristiques météorologiques ont été indiquées page 38, année 1903, nous trouvons :

$$\text{Libreville : } A = \frac{2.808}{36} = 61 \text{ grande forêt.}$$

$$\text{Pointe-Noire : } A = \frac{818}{35} = 23 \text{ savane boisée.}$$

$$\text{Brazzaville : } A = \frac{1.045}{35} = 29 \text{ savane boisée, grandes galeries forestières.}$$

$$\text{Bangui : } A = \frac{1.250}{36} = 34 \text{ savane boisée, grandes galeries forestières.}$$

Les considérations qui précèdent montrent combien nos connaissances sur ces régions, que ce soit en ce qui concerne la géographie physique, la météorologie, la géologie, les sols, sont encore imparfaites.

Il faut souhaiter qu'un inventaire vraiment scientifique soit entrepris dès maintenant avec les moyens d'investigation les plus modernes et les plus rapides. Nous considérons, en particulier, que pour ces régions, l'avion sera un outil extrêmement utile.

CHAPITRE II

ÉTUDE DES FORCES HYDRAULIQUES EN PAYS TROPICAUX

Dans le présent chapitre, nous examinerons :

- 1° Les causes du retard apporté dans les études hydrologiques aux colonies. Étude critique des travaux antérieurs ;
- 2° Les difficultés spéciales ;
- 3° L'adaptation des méthodes et l'inventaire provisoire ;
- 4° L'emploi de la méthode d'étude sur carte ;
- 5° Les résultats généraux (débit caractéristique d'étiage) ;
- 6° Un essai d'organisation d'un service d'études des Forces hydrauliques aux Colonies.

1° Causes de retard et examen critique des travaux antérieurs. — Notre Afrique Équatoriale est une colonie jeune puisque ce n'est qu'en 1911 que sa conquête a été achevée. De création récente, elle n'a jamais eu les moyens financiers qui auraient permis un démarrage rapide, ainsi que cela s'est produit pour le Congo Belge. Elle n'a donc pu immobiliser des sommes importantes pour entreprendre des mesures sérieuses qui eussent été nécessaires à la connaissance de ces territoires.

Le premier besoin a été de faciliter la navigation sur le Congo et sur l'Oubangui, ce qui explique les travaux de la Mission ROUSSILHE qui a étudié en détail, en 1910-1911, les caractéristiques du Congo, de l'Oubangui jusqu'à Bangui, ainsi que de la Sanga. C'est, d'ailleurs, à ces études très précises et qui ont servi de base également au Service hydrographique du Congo Belge, que nous nous sommes raccordés chaque fois que cela était possible.

L'embouchure du Gabon a fait aussi l'objet de relevés hydrographiques dans ces dernières années, toujours en vue de faciliter la navigation fluviale.

L'étude des possibilités d'électrification du chemin de fer Congo-Océan a obligé à entreprendre le relevé des possibilités hydro-électriques de la région du Bas-Congo, travaux qui ont été suivis de reconnaissances rapides dans l'Oubangui et dans le Haut-Gabon (1927-1930).

Enfin, par la suite, des relevés ont été effectués pour rendre possible la navigation sur le Haut-Oubangui.

La région du Tchad étant très au Nord des bassins que nous avons étudiés, nous ne signalerons que pour mémoire les remarquables travaux de la Mission TILHO qui s'est préoccupée des possibilités de capture du Logone par la Bénoué.

Toutes ces études ont été conduites sans qu'il existe un Service chargé de coordonner les résultats obtenus, à l'inverse de ce qui s'est fait au Congo Belge où le même Service centralise tout ce qui est entrepris en fait d'études hydrauliques, balisage des fleuves et rivières, etc...

Nous devons citer, enfin, d'une façon particulière au Congo Belge, les travaux de la Mission THYS en 1911 et de la Mission Van DEUREN pour l'étude des possibilités d'aménagement hydro-électrique du Bas-Congo.

Enfin, en Égypte, un Service spécial, le « Physical Department », centralise tout ce qui a trait aux études hydrauliques et, notamment, aux irrigations qui conditionnent une grande partie de la vie du pays. Ce Service est dirigé par le docteur HURST et il a effectué jusqu'à ce jour une œuvre considérable.

2° Difficultés spéciales. — A. MANQUE DE CARTES. — Parmi les difficultés spéciales aux pays tropicaux, nous citerons l'absence de cartes dans certaines régions, notamment d'ailleurs, dans celles des chutes qui sont toujours très difficiles d'accès et bien souvent inconnues. Dans ce cas, on utilise les cartes approximatives dressées par les chefs de subdivision. Ainsi que pour bien d'autres raisons, il y aurait utilité à activer l'établissement de cartes sérieuses de toutes ces régions en utilisant au maximum les relevés par avion.

B. DÉPLACEMENTS EN FORÊT. — Les déplacements en forêt sont rendus difficiles par l'absence ou le peu de pistes et il faut bien souvent se frayer un chemin à la matchette en se dirigeant à la boussole. Pour donner une idée de ces difficultés, nous ne pouvons mieux faire que de donner un extrait d'un journal de route qui s'étend sur une dizaine de jours et qui montre la difficulté de prospection de diverses chutes très importantes alors qu'elles n'étaient distantes les unes des autres que de quelques kilomètres.

Il donne une idée également les difficultés qui peuvent être rencontrées au point de vue sanitaire :

Extrait du Journal de Route du 31 août au 8 septembre 1927.

Le 31. — Départ à 8 heures, arrivée à 14 heures au village Movisi, départ en pleine chaleur.

Arrivée à Dzingo après le gros village de Sandi.

16 heures, toute la population nous accompagne le long du chemin.

Repos. M... a la fièvre.

Le 1^{er} septembre. — Départ à 6 heures pour l'Itchibou, pays très accidenté, vallées profondes.

Mon programme, pour les quelques jours, s'établit ainsi :

1^{er} septembre. — Dziengo-N'Zingou.

2 septembre. — N'Zingou.

3 au 10 septembre. — N'Zingou-Mabafi et étude de l'Itchibou et de la Louessé.

11 septembre. — Jaugeage Louessé à Bikongo.

12 septembre. — Makabana.

Arrivée chute Liboubou, visite rapide.

Traversé la rivière Itchibou en amont de la chute Liboubou à 800 mètres environ.

Station de jaugeage n° 13, lianes et radeaux, difficultés à cause de la faiblesse du courant et son irrégularité ; il faudrait trouver un autre emplacement de jaugeage.

Arrivée à 12 heures à Itsoso, village de 20 cases environ.

A 12 heures, départ pour la chute Kengue, environ 10 mètres. Continuons et arrivons à la magnifique chute Batéké, se reporter aux documents spéciaux.

Cette chute tombe verticalement dans un entonnoir naturel.

La région est extrêmement accidentée.

Rentré à pied au village à 18 heures.

M... est très fatigué et les plaies de M. D... s'enveniment.

Le 2 septembre. — Départ de Itsoso à 7 heures.

A 9 heures, après avoir traversé un plateau déboisé, je pars seul avec le garde et mon typographe.

D... et M... fatigués, iront directement vers Mabafi où ils arriveront à 10 heures environ.

Chemin très accidenté. Arrivé à la chute Mabembé 10 mètres.

Départ en pleine forêt pour la deuxième chute, longé la rivière très calme pour arriver à la chute Byangue, nombreuses traces d'éléphants.

Chute verticale d'environ 30 mètres avec d'énormes blocs de rochers éboulés qui empêchent de voir l'ensemble de la chute.

Le soir, mise au point des renseignements recueillis.

Demain, nous irons voir la chute Bambala en faisant un jaugeage sur l'Itchibou.

Le Milicien B... arrive de Sibiti où il a reçu des soins pendant huit jours pour blessure assez grave.

La population a bien travaillé et a exécuté des chemins à la matchette sur plusieurs kilomètres dans la forêt pour permettre d'accéder à ces chutes. Je paie largement le chef de terre.

En règle générale, les indigènes ont de la répugnance à aller près des chutes, les sorciers le leur défendent.

Envoyé chercher le chef du village Mokoungoulou pour qu'il prépare dès maintenant un chemin d'accès à la Louessé, dans la direction que je lui indique.

3 septembre. — Un chef Moukougoulou-Imbe est arrivé à 20 heures. Interrogé longuement.

D'autre part, j'envoie deux hommes à Makabana qui remonteront la Louessé par la rive et nous rejoindront à la chute Ibabanga. Ils indiqueront s'il y a d'autres rapides ; deux autres hommes remonteront d'Ibabanga vers le confluent de la Louabama.

Départ à 7 heures de Mabafi, descente d'environ 150 mètres pour arriver à une

autre chute de l'Itchibou, 50 mètres de hauteur environ, dans un décor extrêmement sauvage.

Lever rapide ; départ pour rejoindre la piste de Mabafi. Traversée de l'Itchibou à gué, les porteurs ont de l'eau jusqu'à la ceinture.

L'Itchibou coule à cet endroit dans une vallée encaissée d'environ 150 mètres.

A 14 heures, arrivée à Koango, sur le plateau qui domine la vallée de la Louessé.

Nous sommes tous très fatigués et coucherons dans ce village.

Demain, nous irons à Ivole où nous coucherons.

Le chemin d'accès à la chute est terminé, mais il faut une journée pour y arriver.

J'ignore encore quelle hauteur elle peut avoir. Il est impossible de se faire une opinion exacte d'après les dires des indigènes qui se fient surtout au bruit.

Le 4 septembre. — Parti de Koango à 8 h. 15, arrivé au village Ivelé à 10 h. 30, fortes montées et descentes. Monté la tente.

J'envoie le milicien B... qui s'est fait piquer cette nuit par un scorpion.

Il part avec deux hommes pour débrousser un emplacement de la forêt, préparer le campement et faire de grands feux puisque nous devons vraisemblablement nous installer là pour quelques jours.

Nous avons terminé avec l'Itchibou, rivière signalée au départ comme n'ayant pas de chute, puis deux groupes de trois chutes de 10 mètres ; au total il y a plus de 6 chutes de plus de 150 mètres dans un pays extrêmement accidenté.

L'équipement total de la rivière se présente très bien.

20 kilomètres de chemins en forêt dense ont été faits pour arriver à ces chutes. Je donne des instructions pour qu'ils soient entretenus et que des lianes soient mises dans les parties verticales afin de faciliter l'accès à ceux qui viendront par la suite.

En repartant, nous ferons un nouveau jaugeage de l'Itchibou.

M. M..., Chef de la Subdivision, est très fatigué, fièvre, maux de tête violents, vomissements, nous allons le laisser ici pour qu'il se repose.

Je lui ferai parvenir renseignements sur les chutes, échelle d'étiage posée, etc... et, à chacune de ses tournées, il relèvera le niveau.

J'en ferai autant pour la Bouenza et les autres rivières.

B... part pour les chutes avec 11 hommes pour préparer le terrain de campement et débrousser 200 mètres carrés environ. Il préparera, de plus, un chemin d'accès en haut de la chute et en bas.

D... qui est souffrant devrait rester aussi, mais il tient à venir.

Le 5 à 7 heures, départ ; laissé M. M... et une partie des porteurs à Ivelé, brouillard très dense.

Descendu toute la hauteur du plateau pour arriver à 11 heures au campement préparé. De là, nous allons à la chute, spectacle merveilleux, chute avec un gros débit d'environ 60 mètres de hauteur.

Les indigènes ne veulent pas s'avancer seuls auprès de la chute.

A 17 heures, rentré au campement. Il fait presque nuit dans la forêt. Les porteurs et travailleurs des villages voisins coucheront autour de la tente en allumant des feux.

La Louessé, à cet endroit, se partage en deux bras. Nous essaierons, demain, de reconnaître le deuxième bras qui est moins important que le premier comme débit.

B... partira avec des hommes au lever du jour pour faire un radeau, traverser la Louessé, et faire un chemin d'accès de l'autre côté,

Cette chute a toute une histoire. On m'a dit qu'il n'y avait pas de chute sur la Louessé, puis une au maximum de 3 mètres.

Enfin, M. L..., à Mossendjo avait indiqué, d'après les dires des indigènes, 5 à 10 mètres.

C'est sur ces données que j'ai fait faire un chemin en huit jours par la population de la région, chemin qui était terminé seulement la veille de notre arrivée.

Jusqu'à la dernière minute, nous ignorions l'importance de cette chute verticale qui représente environ 80.000 CV à l'étiage et 200.000 CV en débit moyen.

Le 6 septembre. — D... reste au camp, je trouve B... et ses hommes au bord de la

Louessé, essayant de faire un radeau, mais ils sont gênés par les fourmis et les tsé-tsé. Cinq gros troncs d'arbre sont coupés pour faire le radeau.

On va essayer, le radeau étant terminé, de tendre des lianes en travers de la rivière et de débarquer une équipe d'indigènes pour débrousser l'accès au deuxième bras.

D... parti pour faire un jaugeage rentre à 17 heures. Il a pu traverser la rivière, mais le jaugeage était impossible malgré plusieurs essais. La rivière, à cet endroit, a 8 mètres de profondeur et un très fort courant.

J'envoie chercher l'équipe qui se trouvait de l'autre côté de la rivière et elle n'arrive qu'à la nuit.

Le soir, tornade.

La veille, j'avais fait préparer un abri entre les arbres pour les porteurs.

D... a maintenant des plaies profondes aux deux pieds. Deux gardes se sont blessés, il faut les soigner.

Le 7 septembre. — A 6 heures, départ. Remontons sur le plateau.

Arrivé à 10 heures à Ivelé.

A 13 heures, arrivé à Koanga où se trouve M. M... Il a reçu de mauvaises nouvelles de Omoi où la population, par peur du recrutement du chemin de fer, vit à l'état sauvage dans les marais entre la M'Pokou et la N'Guimie.

A 18 heures, arrivent les deux hommes envoyés de Mokoungoulou lorsque nous étions à Mabafi.

Ils ont descendu l'Itchibou et remonté la Louessé jusqu'à Ibabanga, pas de chutes, que quelques rapides très peu importants.

Le 8 septembre. — Partis à 6 h. 30 de Koanga. Arrêt à Mongue. Arrivée à Banda-Kounou. Là, nous quittons M. M... qui rentre à Mossenjo.

Nous allons mettre en ordre tous les documents d'étude de ces derniers jours et refaire les charges des porteurs.

Demain, nous partirons pour N'Tima ; je vais faire recruter de nouveaux porteurs et demander qu'un Docteur vienne à Bas Koulou. D... a besoin de soins.

Il n'est pas possible de faire un nouveau jaugeage de la Louessé à Bi-Congo près de Makabana, mais c'est un point accessible en venant de Loudima.

Je crois qu'il est prudent de rejoindre Pointe-Noire le plus tôt possible.

J'envoie B... à Mokoungoulou, Bi-Congo et Makabana où deux porteurs pourraient nous attendre venant de Sibiti.

Il placera des échelles provisoires au ras de l'eau, ce qui donnera approximativement l'étiage pour cette année au confluent de la Louessé et du Niari à Makabana.

Comme il faut se préoccuper aussi du ravitaillement dans la région où nous allons arriver bientôt et où l'on ne trouve plus rien ; nous emportons des charges supplémentaires de manioc, de gazelles fumées, ainsi que des poulets et des patates douces.

En passant, nous ferons un jaugeage de l'Itchibou. Nous allons entrer dans la savane et partirons très tôt, le matin. Les étapes seront limitées de façon à arriver à l'étape vers 10 heures.

C. ATTITUDES DES INDIGÈNES. — Les indigènes sont très sensibles à la peur et nous avons pu observer des phénomènes de peur collective lorsqu'il s'agissait d'arriver près de chutes importantes. Pour bien des tribus, les mauvais génies se cachent dans ces endroits et les risques d'accidents étant plus nombreux, les indigènes répugnent à y aller.

De même, nous avons signalé qu'il était très difficile de faire des jaugeages lorsque les rivières sont en crue et que ces travaux présentent un réel danger. On ne saurait donc prendre trop de précautions dans ce cas pour que les fausses manœuvres dues aux indigènes n'aient pas de répercussions fâcheuses.

D. SAISONS. — En Afrique Équatoriale, suivant que l'on est de part ou d'autre de l'Équateur, la répartition des saisons est très diverse. Il y a lieu d'en tenir compte lorsque l'on veut effectuer des tournées avec le maximum de rendement. On pourra s'efforcer de combiner des jaugeages à l'étiage dans certaines régions et, peu de temps après, des mesures de débit hautes eaux dans d'autres régions.

3° **L'adaptation des méthodes et inventaire provisoire.** — Nous avons dû modifier, dans une certaine mesure, et adapter les méthodes employées au Service des Forces hydrauliques du Sud-Est, car elles se révélaient bien souvent inapplicables dans les contrées de l'Afrique Équatoriale couvertes de grandes forêts et extrêmement difficiles d'accès.

L'étude hydraulique des cours d'eau consiste principalement :

- a) Dans l'établissement de réseaux d'échelles d'étiage ;
- b) Dans l'exécution de jaugeages en des stations judicieusement choisies ;
- c) En relevés topographiques, de façon à déterminer, d'une part, les profils en long, d'autre part, les caractéristiques exactes des chutes dont l'aménagement semble devoir être économique.

Échelles. — Les échelles ne pourront être lues, pendant un certain temps, que par des Européens suffisamment consciencieux, d'où la nécessité de réduire leur nombre au strict minimum et de ne les placer que dans les localités où le personnel Européen existe.

Jaugeages. — Pour les rivières dont le cours n'est pas trop rapide et d'assez faible importance, jusqu'à 150 mètres et 5 à 6 mètres de profondeur, il a été possible d'employer des moulinets électriques Richard étalonnés à la station de Grenoble. Ces moulinets étaient utilisés soit sur des tabliers de pont, soit sur des troncs d'arbres jetés en travers, soit sur des pirogues assemblées formant portières, soit encore sur des bacs. Nous estimons que les résultats sont très voisins, comme précision, de ceux obtenus en France (Pl. XI).

Cependant, l'étalonnage fait en France aurait dû subir de légères modifications pour tenir compte de divers facteurs tropicaux : viscosité de l'eau, etc... Nous avons négligé ces causes d'erreurs faibles.

Par contre, dès que les cours d'eau sont en crue, que le courant est rapide, les indigènes perdent tout sang-froid et il devient à peu près impossible d'exécuter des mesures au moulinet, même au moulinet lesté. Dans ces conditions, nous avons dû nous contenter de faire des jaugeages au flotteur, flotteur simple ou flotteur lesté. Les résultats obtenus, quoique de précision relative, sont néanmoins valables.

SUD CAMEROUN - GABON - MOYEN CONGO

Entre +5° et -5° de Latitude.



FIG. 25. — Schéma de répartition possible d'échelles et de stations de jaugeage dans des régions d'accès difficiles.

STATION DE JAUGEAGE DE BRAZZAVILLE SUR RIVIÈRE DJOUÉ.

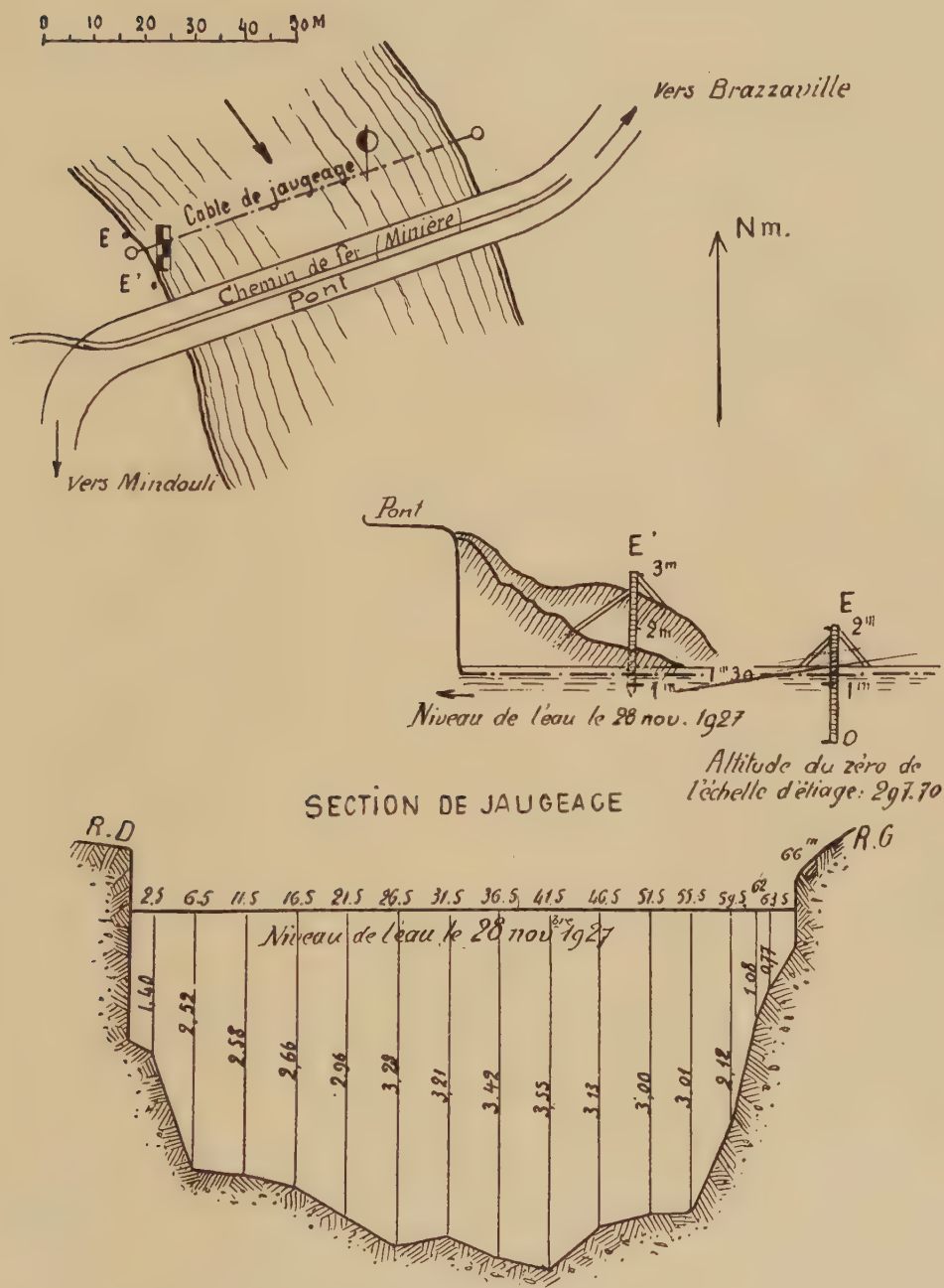


FIG. 26. — Station de jaugeage établie à l'amont d'un pont de pilots et échelles limnimétriques fractionnées.

STATION DE JAUGEAGE DE LOUFΟΥYOU SUR RIVIÈRE LOËMÉ

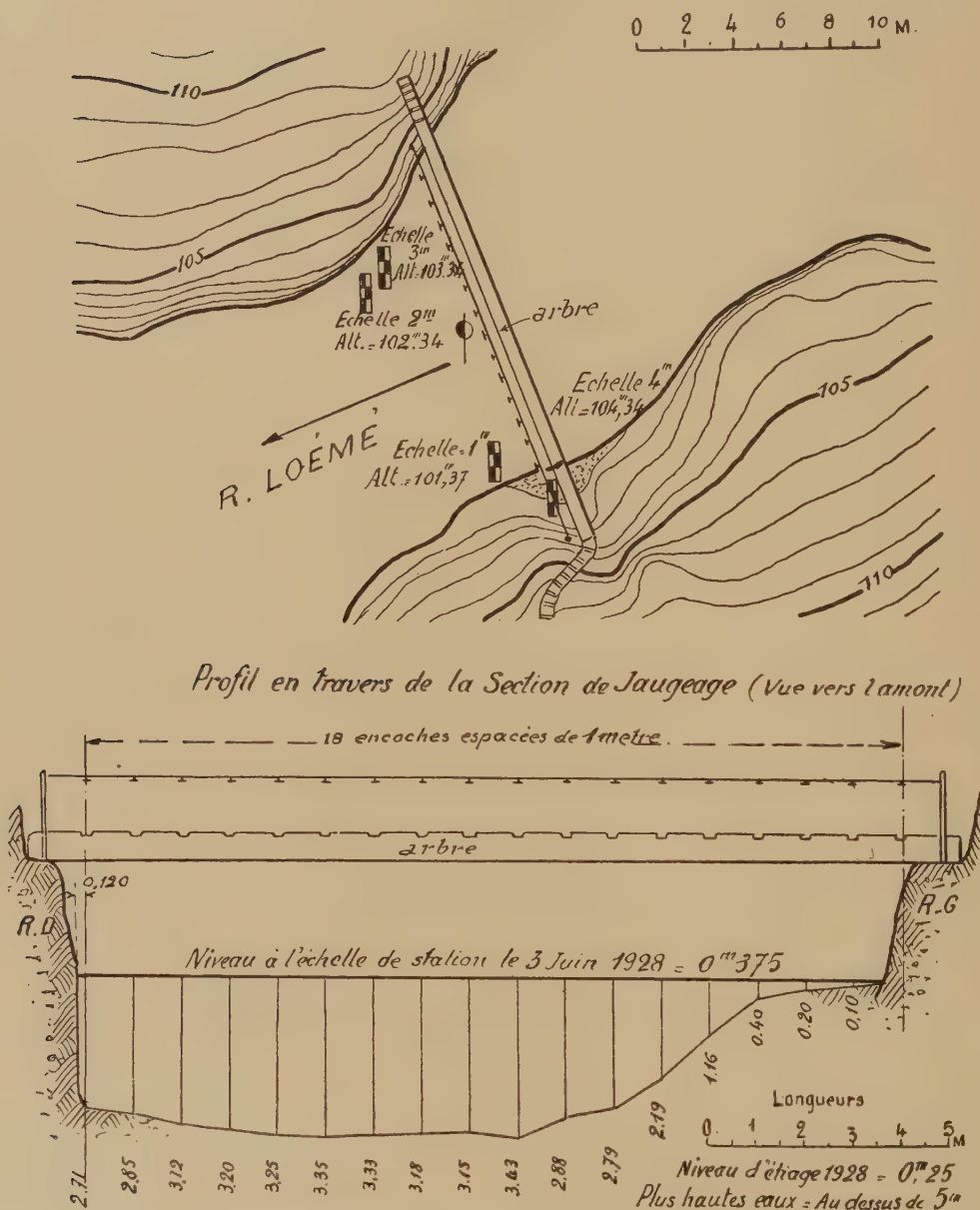


FIG. 27. — Station de jaugeage définitive établie sur un tronc d'arbre, au fond d'une gorge.

Les calculs de débit ont été effectués d'une manière identique à celle pratiquée au Service des Forces hydrauliques du Sud-Est.

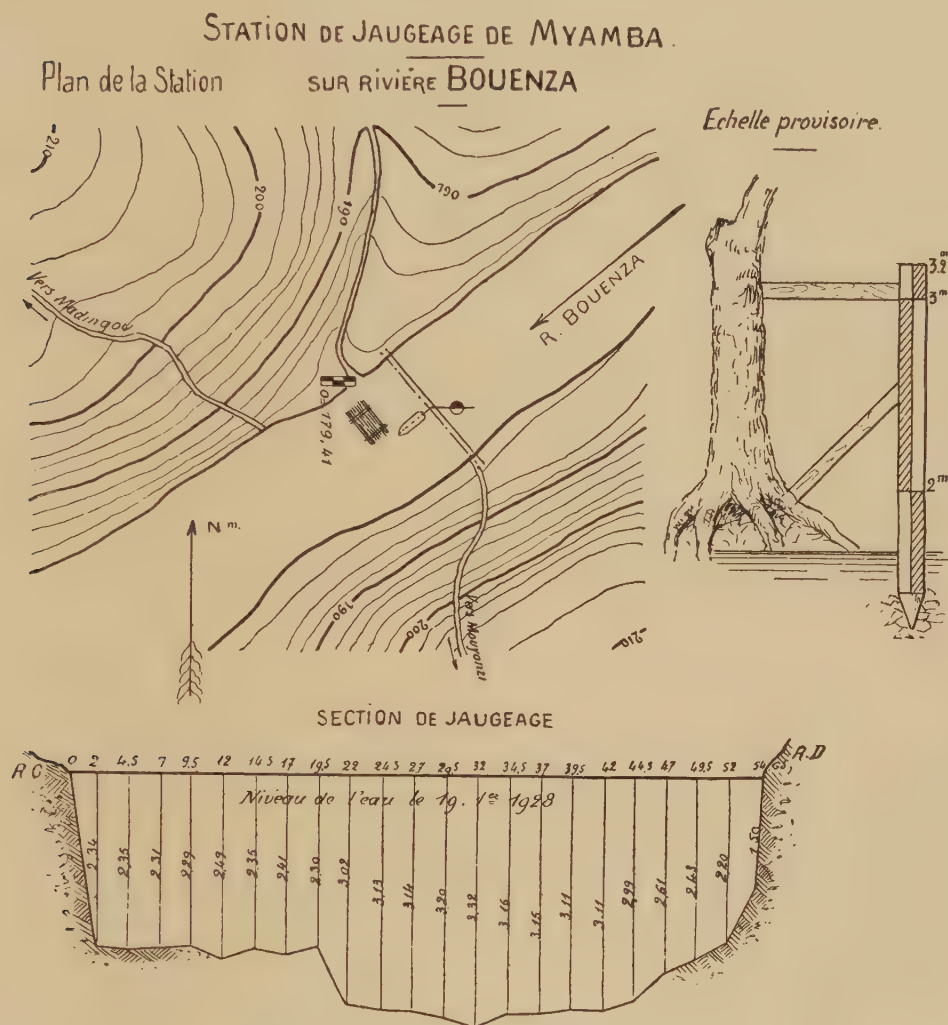


FIG. 28. — Station de jaugeage utilisant un radeau et un câble d'acier en travers du cours d'eau.

Au sujet du nombre de stations de jaugeage, on ne peut songer, dans ces territoires, à avoir une densité de station voisine de celle de France, ou même d'Europe.

On compte, en particulier :

Stations par myriamètres carrés :

En France : 0,30 ;

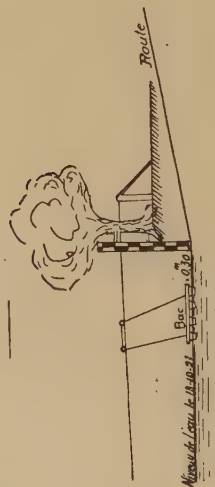
En Suisse : 0,70 ;

En Bavière : 0,39.

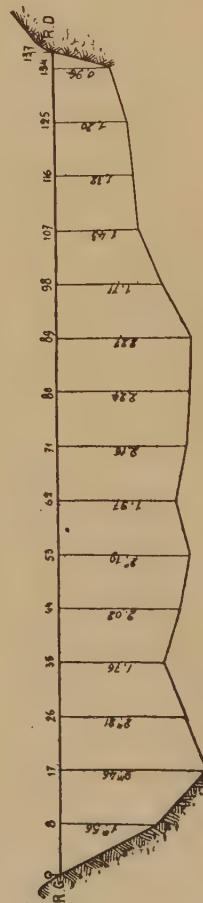
STATIONS DE JAUGEAGE DE LOUDIMA
SUR LES RIVIÈRES NIARI ET LOUDIMA

NIARI

Disposition de l'échelle

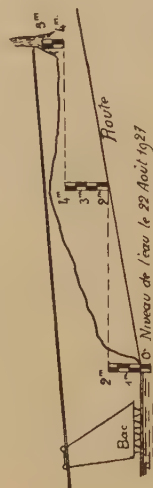


Profil en travers de la Section de Jaugeage.



LOUDIMA

Disposition des échelles



Profil en travers de la Section de Jaugeage

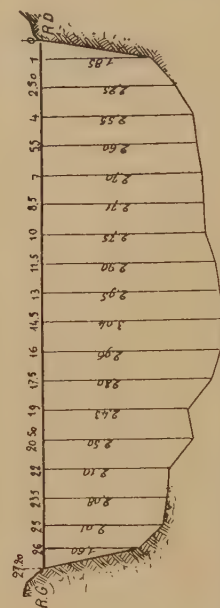


FIG. 29. — Station de jaugeage double utilisant, sur le cours d'eau principal, un bac à traile.



Bat sur le M'Bari (Ouhangui).



Chute inférieure de la M'Bali, vue de face.

Nous pensons qu'il serait déjà extrêmement intéressant de pouvoir disposer de stations de jaugeage dans un rayon de 50 à 100 kilomètres.

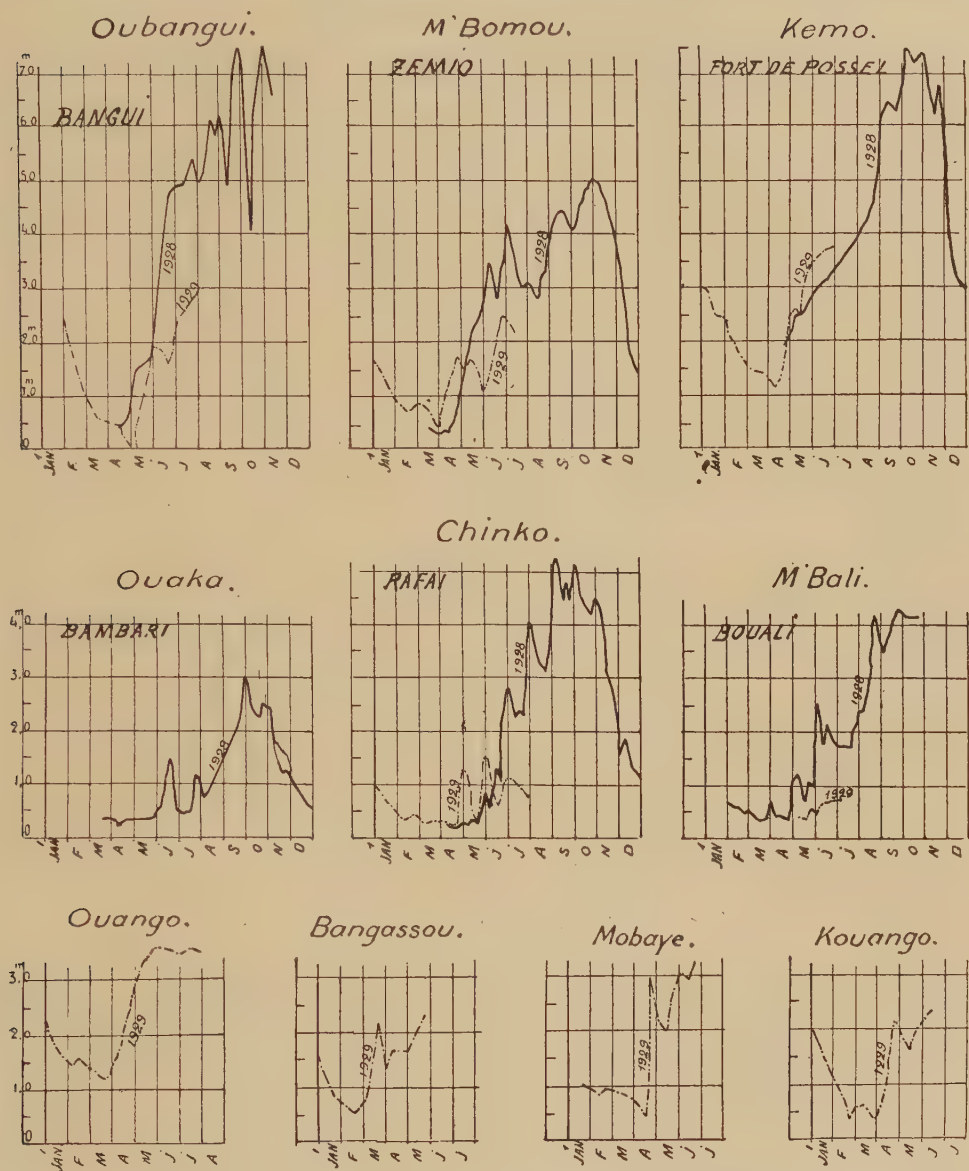


FIG. 30. — Courbes de niveaux se rapportant à diverses stations de l'Oubangui M'Bomou et de certains affluents.

Les plans de stations de jaugeage de divers types ont été reproduits. Elles doivent être adaptées à la situation rencontrée et utilisent les matériaux qui se trouvent sur place : troncs d'arbres en travers d'un cours d'eau, etc... (voir fig. 26, 27, 28, 29).

Le croquis ci-dessus (fig. 25), donne à titre d'indication, un schéma de répartition des stations de jaugeage et échelles limnimétriques qui pourraient être envisagées comme premier stade dans la région du Bas-Cameroun, Gabon et Moyen-Congo.

Nous avons cherché à tenir compte des différents facteurs signalés dans nos études précédentes :

Facilité de lecture par des Européens ;

Facilité d'accès ;

Réduction du nombre des stations compatible avec les dimensions des zones de climat et, surtout, des régimes de pluies, identiques.

Oubangui-M'Bomou.

POSTE D'OBSERVATION	ANNÉE	1 ^{er} MINIMUM		1 ^{er} MAXIMUM		2 ^e MINIMUM		2 ^e MAXIMUM	
Ipfondo	1916	0,60	31/3	7,20	5/11	une seule crue			
	1917	0,50	5/4	7,50	31/10	—	—		
	1919	0,60	20/4	6,10	31/10				
Aff. M'Bali (Bouali).....	1928	0,40	15/2 30/4	2	5/6	1,20	10/6	3,6	30/9
Bangui	1911	0,60	15/4	6,10	10/9	5,20	5/10	7	15/10
	1916	0,20	25/3	8,80	20/10				
	1920	0,35	25/3	3,70	15/7	3,50	20/7	5,9	22/8
	1928	0,40	20/3	5	15/7	4	10/8	6,20	31/8
	1929	0,20	30/3						
Aff. Ombella (Diouma)....	1911			1,6	15/5	0,8	20/6 à 20/7	2,5	15/8
Kemo (Fort Possel).....	1910	0,20	31/3	1,7	31/5	0,40	25/6	4,30	25/7
	1911	0,20	5/3 à 15/4	3,2	15/6	2,8	30/6	8,20	1/9 à 15/11
	1928	1,10	10/4						
Aff. Tomi (Fort Sibut)	1910	0,3	20/2 à 20/4	6	10/10				
	1912	0,9	15/2 à 5/6	7	10/9				
Kandjià (aff. Grimari)	1912	1,20	25/4	3,70	15/9	2	20/10	3	31/10
Aff. Ouaka Bambari	1928	0,20	10/4	1,20	10/6	0,40	25/6	2,3	30/9
Kouango	1928	1,20	5/5	4,60	25/8				
	1929	0,20	27/2	1,80	30/4	1,40	20/5	2,20	25/6
Mobaye	1929	0,20	10/4	2,40	30/4	1,60	20/5	2,80	25/6
Ouango	1928	2,20	30/7	3,60	15/9	2	30/11	3,60	5/12
Bangassou	1912	0,60	15/3	1,50	15/4	2,40	5,8	4,80	15/9
	1928	0,05	20/4	2,40	10/7	2,20	31/7	3,90	20/9
	1929	0,10	1/3						
Zémio	1914			4,60	31/10				
	1928	0,35	20/4	2,80	10/6	2,20	15/6	3,40	5/7
	1929	0,35	25/3						

Degré de précision des mesures. — D'après les renseignements donnés ci-dessus, on comprend aisément que l'étude des cours d'eau situés dans des régions très peu connues, quelquefois complètement inconnues, présente des difficultés toutes spéciales, notamment pour le

relevé du profil en long des cours d'eau, les lectures d'échelles et les mesures de débit.

A titre d'exemple de ces difficultés, nous donnons l'essai d'étude tenté sans résultat pour déterminer la propagation des crues de l'Oubangui-M'Bomou.

Ayant placé un certain nombre d'échelles en divers points de l'Oubangui-M'Bomou, à Zemio, Ouango, Mobaye, Bangassou, Kouango, Bangui, Ipfondo, nous avons cherché à apprécier la propagation des crues et des décrues du fleuve.

L'Oubangui présente deux maxima de crues et deux étiages dans l'année.

Comme il fallait s'y attendre, les observations n'ayant porté que sur une trop courte période, n'ont pas permis de tirer des lois précises. Nous reportons, cependant, un certain nombre de résultats et observations, à titre purement indicatif, ces renseignements pouvant être utiles pour le développement des études ultérieures, études qui seront rendues nécessaires par la nécessité de développer la navigation sur l'Oubangui et sur le Congo, en amont de Brazzaville (fig. 30).

Le tableau ci-contre fait ressortir les essais successifs de lectures d'échelles, par exemple, pour Bangui, 1911-1916-1920-1928-1929, sans qu'il soit possible d'utiliser les chiffres observés, car les zéros d'échelles ne sont pas toujours concordants.

Le tableau ci-après se rapporte à la seule année 1928.

POSTE D'OBSERVATION	DISTANCE au confluent	Dis- TANCE par- tielle	1 ^{er} MINIMUM		1 ^{er} MAXIMUM		2 ^e MINIMUM		2 ^e MAXIMUM	
			Date	H. lue	Date	H. lue	Date	H. lue	Date	H. lue
	km	km								
Confluent Congo.	0	0								
Ipfondo	286	286								
Bangui	628	342	20/3	0,4	15/7	5	10/8	4	31/8 5/10	6,2 6,3
Fort de Possel...	747	119	10/4	1,10	15/10	6				
Kouango	833	86								
Mobaye	990	157								
Ouango	1.175	185	30/7	2,2	15/9	3,6	10 au 20/11	2	5/12	3,60
Bangassou.....	1.233	58	20/4	0,05	10/7	2,40	31/7	2,20	20/9 31/10	3,90 4,20
Zemio	1.570	337	20/4	0,35	10/6	2,80	15/6	2,20	5/7 31/10	

On voit que l'on ne peut tirer aucun renseignement précis sur la propagation des crues de l'Oubangui-M'Bomou, car les écarts considérables transmis fausseraient toute interprétation de ces chiffres.

Cette dispersion des résultats peut, à notre avis donner une idée des difficultés suivantes :

1° Difficulté d'obtenir des lectures sérieuses par des Européens ou des indigènes qui n'apprécient pas la portée de leurs erreurs ;

2° Difficulté dans le choix de la position des échelles et leur entretien.

Repérage fixe des zéros. Résistance aux crues ;

3° Utilité de réduire le nombre d'échelles au strict minimum ;

4° Importance du rôle des affluents.

Nous n'avions, par exemple, pas de données sur l'Ouellé dont le bassin est tout entier au Congo Belge et qui a un débit supérieur au M'Bomou ;

5° Importance de la variation des régimes de pluies. Nécessité de multiplier les observations pluviométriques.

4° **Méthode d'études sur cartes.** — La méthode très pratique préconisée par M. AILLERET, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, pour déterminer rapidement les zones d'aménagement hydro-électriques intéressantes, nécessite de connaître un minimum de renseignements dont on dispose toujours dans les pays d'Europe, à savoir : profil en long et la superficie correspondante du bassin versant.

Elle permet de distinguer, par une méthode simple graphique, les zones du profil en long où les aménagements hydro-électriques sont les plus économiques.

La puissance disponible est proportionnelle à la surface des trapèzes dont la hauteur correspond à la hauteur de chute et les bases aux superficies des bassins versants, amont et aval.

Aux Colonies, il n'en est pas de même :

1° **Profil en long.** — Sauf pour les parties des grands cours d'eau navigables dont le profil en long et les pentes sont, en général, connus, on ne possède aucun renseignement précis sur les affluents. Or, les difficultés de déplacement dans la forêt tropicale, surtout dans les régions accidentées où l'on peut trouver des chutes intéressantes, rendent impossible le relevé du profil en long général du cours d'eau ; on ne peut donc procéder que par recoupements successifs afin de déterminer les zones présentant de très fortes pentes sur lesquelles il sera possible, par la suite, de compléter les études. Exemple : pour les rivières Bouenza et Louessé, le tracé en traits pointillés indique le profil en long que nous avons déduit de la première reconnaissance ; le tracé en rouge indique les modifications apportées au profil en long après une seconde reconnaissance.

2° La superficie du bassin versant, ainsi que le régime des pluies peuvent être considérés comme connus dès maintenant avec une précision relative mais suffisante partout. Reste donc à résoudre le problème d'observation des débits aux différentes époques de l'année et nous avons montré que l'on pouvait, en première approximation, se contenter d'un réseau à très larges mailles.

En vue de chercher à éliminer les difficultés signalées ci-dessus, nous avons cherché quel était le degré d'approximation que l'on pouvait espérer pour la détermination des caractéristiques hydrauliques des chutes si, en cas de manque de renseignements précis sur le cours d'eau en question, on disposait de chiffres de débit par kilomètre carré de bassin versant relatifs à un cours d'eau voisin.

L'étude faite pour deux cours d'eau au sujet desquels nous avons voulu faire abstraction de notes résultant d'une deuxième reconnaissance sont suffisamment significatifs à cet égard. Ils montrent que l'on peut tabler sur des renseignements à 10 % près, ce qui nous paraît suffisant comme première approximation.

On pourrait ainsi gagner beaucoup de temps dans les recherches initiales. Nous donnons ci-après l'essentiel de cette étude :

Nous examinerons la région du Bas-Congo comprise entre l'Océan Atlantique et le fleuve Congo (voir fig. 33) dans laquelle la Foulakary affluent de Congo et le fleuve Loémé ont été étudiés en détail avec stations de jaugeages au moulinet électrique Richard, lecture régulière d'échelles sur 18 mois, établissement de courbe des débits en fonction des hauteurs d'eau.

Deux autres affluents rive droite du fleuve Kouilou-Niari, la Bouenza et la Louessé, dont le bassin est contigu à ceux de la Foulakary et de la Loémé, traversent des régions peu connues où nous n'avons pu déterminer, au cours d'une reconnaissance en fin de grande saison sèche, que les éléments suivants :

débit d'étiage ;

indication sur les crues et débits maxima ;

essai de profil en long par divers recoupements des cours d'eau avec correction de marée barométrique ;

lever sommaire des principales chutes.

Une seconde expédition a permis de compléter le profil en long, notamment pour la Bouenza, dans la région des chutes.

Nous nous proposons de montrer qu'en faisant abstraction des renseignements recueillis au cours de ces reconnaissances rapides, il eût été possible de déterminer avec une approximation suffisante, la puissance disponible dans les sections à très forte pente de ces deux derniers cours d'eau.

RIVIÈRE LOUESSE.

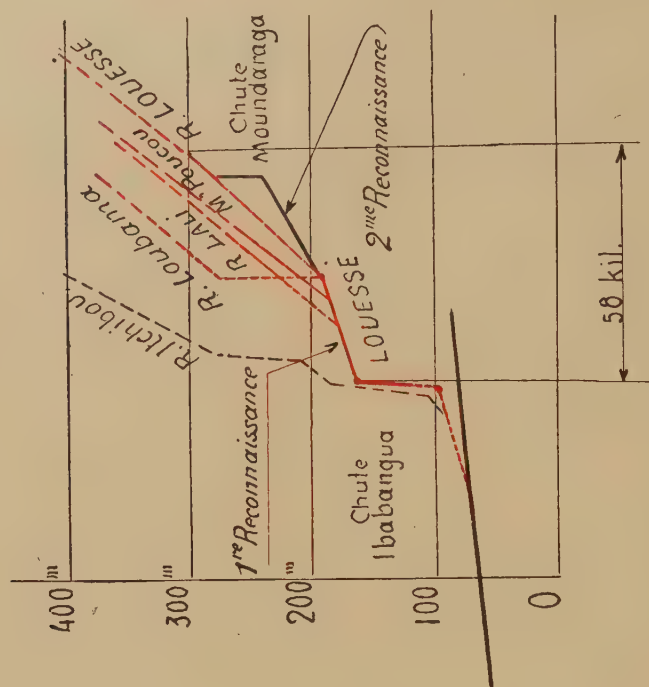


FIG. 32.

RIVIÈRE BOUENZA

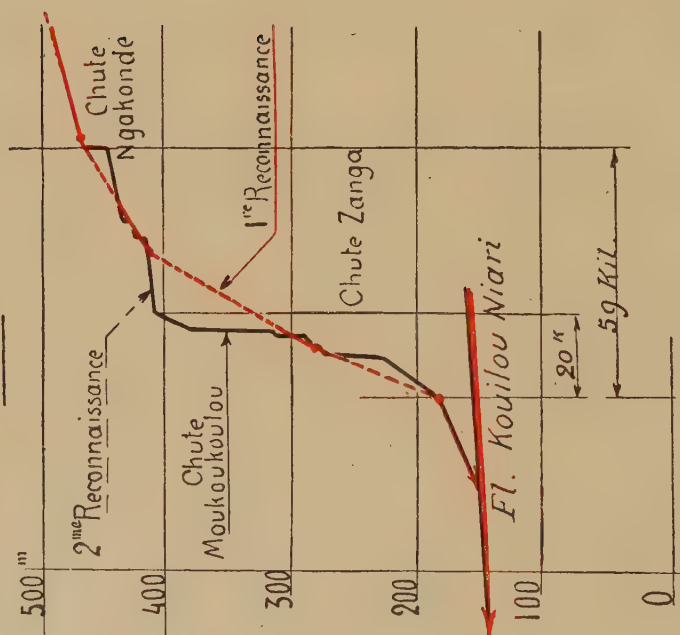


FIG. 31.

Les deux éléments qui permettent de déterminer la puissance P d'une chute sont la hauteur utile H et les débits caractéristiques (étiage, moyen, module absolu).

1° **Hauteur de chute.** — Cet élément qui peut être déduit aisément du profil en long établi à l'aide de cartes précises, sera plus difficile à déterminer à la colonie où, dans l'état actuel des connaissances, on doit procéder par recoupements successifs permettant de déterminer d'abord les zones à forte pente, puis dans ces zones, les chutes et rapides d'aménagement le plus économique (voir fig. 31 et 32).

2° **Débit.** — Le débit peut être déterminé avec une approximation suffisante si l'on connaît comme référence de base les caractéristiques de bassins voisins.

Il suffira de connaître les éléments ci-après :

Pluies annuelles ;

Superficie du bassin versant correspondant à la chute étudiée ;

Hauteur nette de la chute.

On en déduira l'indice P' , en se fixant *a priori* le coefficient d'écoulement $C = \frac{P'}{P}$, puis le module relatif : $q = \frac{P'}{31,557}$, Q le module absolu ;

$Q = q \times S \text{ km}^2$ et la puissance pour ce débit :

Application à un cas concret :

a) RIVIÈRE FOULAKARY ET FLEUVE LOÉMÉ. — Ont fait l'objet de mesures précises.

Les renseignements dont nous disposions étaient les suivants :

Superficie du bassin versant en km^2 à la station de jaugeage et en amont de la chute ;

Nature de la végétation ;

Nature du sol ;

Latitude ;

Altitude ;

Distance de l'Océan ;

Répartition des saisons ;

Pluies annuelles et répartition ;

Courbe des niveaux journaliers ;
 Courbe des débits en fonction des niveaux ;
 Débit calculé annuel total ;
 Débit d'étiage ;
 Débit caractéristique moyen ;
 Débit maximum ;
 Hauteur de chute nette.
 Le débit total annuel permet de calculer :
 L'indice d'écoulement P' ;

Le coefficient d'écoulement $Q = \frac{P'}{P}$;

Le module relatif $q = \frac{P'}{31,557}$;

Le module absolu $Q = q \times S$ en km^2 .

D'où la puissance nette correspondant à l'étiage, au débit caractéristique moyen, au module absolu.

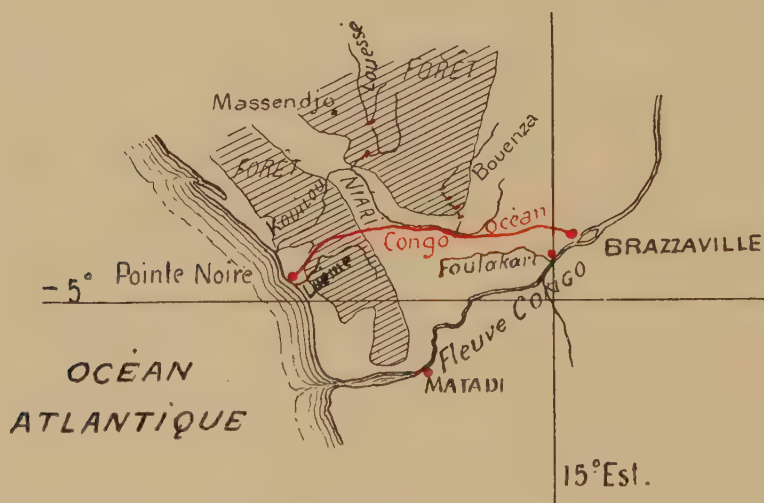


FIG. 33.

b) Rivières Bouenza et Louessé. — Nous supposons que nous connaissons uniquement :

Pluies annuelles et leur répartition ;
 Superficie en km^2 du bassin versant total et en amont de la chute ;
 Hauteur de chute ;

Prenons pour coefficient d'écoulement $C = 0,5$, soit la moyenne entre la Foulakary $0,63$ et la Loémé $0,40$, P' , q et Q , Q_u , peuvent être calculés, si par comparaison, on admet $\frac{Q}{Q_m} = 1,20$ $\frac{Q}{Q_{et}} = 3$.

	R. BOUENZA	R. LOUËSSÉ
S en kilomètres carrés	H. 243 m. 5.550 km ²	H. 57 m. 11.348 km ²
Hauteur de pluies.....	1 m. 70	2 m.
$C = \frac{P'}{P}$ fixé par comparaison	0,5	0,5
P'	0,85	1 m.
$q = \frac{P'}{31,557}$	28 l./sec.km ²	31 l./sec./km ²
$Q = q \times S$	155 m ³ /sec.	350 m ³ /sec.
si $\frac{Q}{Q_{et}} = 3$ approx.....	52 m ³ /sec.	117 m ³ /sec.
Q étiage = $\frac{Q}{3}$		
Puissance nette d'étiage	125.550 CV	66.500 CV
Puissance débit moyen en 180 jours..	313.000 CV	166.500 CV
Puissance débit module absolu.....	376.650 CV	199.500 CV

En fixant *a priori* le coefficient d'écoulement C dans une région différente, on risque de faire une erreur importante.

Cette erreur pourra être corrigée si l'on connaît, en plus du chiffre de pluies, le débit d'étiage de l'année correspondante.

En effet en conservant les valeurs des rapports $\frac{Q}{Q_m}$ et $\frac{Q}{Q_{et}}$, on pourra, en partant du débit d'étiage ainsi observé, déduire un nouveau coefficient d'écoulement « C » et corriger les valeurs calculées pour la puissance correspondant à Q et Q_m.

Dans le cas présent, un jaugeage d'étiage a donné :

	R. BOUENZA	R. LOUËSSÉ
Q étiage	60 m ³ /sec.	130 m ³ sec.
Débit en l./sec./km ²	9 l./sec.	9,5 l./sec.
P utile étiage	145.000 CV.	74.000 CV

Ces valeurs de la puissance d'étiage étant égales à 10 % près, à celles calculées précédemment, on peut en déduire que le coefficient C avait été bien choisi.

5° **Résultats généraux.** — Nous croyons utile de donner ci-dessous une liste des résultats généraux obtenus et qui caractérisent bien les différences entre bassins :

Bassin du Congo-Oubangui.

COURS D'EAU	DÉBIT D'ÉTIAGE en litres par km ² de bassin versant	COURS D'EAU	DÉBIT D'ÉTIAGE en litres par km ² de bassin versant
M'Bomou.....	2 l. 4	Kémo.....	0 l. 65
M'Bari.....	3 l.	Tomi, s/affluent...	0 l. 9
Chinko.....	2 l. 7	N'Guitto.....	0 l. 5
Ouarra.....	1 l. 9	M'Poko.....	5 l. 5
Koto.....	2 l. 4	M'Bali.....	8 l.
Ouaka.....	6 l. 7	M'Bi.....	5 l.
Baidou, s/affluent.	5 l.		

Cours inférieur du Congo.

Djiri.....	37 l.	Loenga.....	2 l. 5
Djoué.....	27 l.	Loumo, s/affluent.	4 l. 2
Madzia, s/affluent.	4 l. 5	Tchimba, s/affluent	2 l. 2
Foulakary (1).....	4 l. 2	Loufou.....	2 l.
Louvoubie.....	2 l. 9		

Bassin du Kouilou-Niari.

Niari.....	5 l. 1	Loubama.....	12 l. 2
Bouenza.....	10 l.	Itchibou.....	6 l. 3
Leloulou.....	7 l. 6	Leloulou.....	3 l. 9
Louessé.....	9 l. 5	N'Gokango.....	6 l. 7
Lali.....	8 l.	Loukouni.....	4 l.
M'Poukou.....	11 l. 8	Loudima.....	3 l. 5

Bassin de la Loémé.

Fleuve Loémé.....	6 l. 4
-------------------	--------

Bassin du Chari.

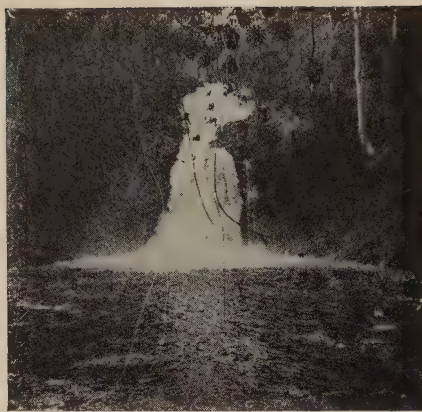
Bahr Sara.....	0 l. 6	Koddo.....	1 l. 25
Fafa.....	0 l. 9	Nana.....	0 l. 7
Gribingui.....	1 l. 5		

(1) Ces renseignements peuvent être comparés pour les affluents rive droite du Bas-Congo avec les résultats de la Mission THYS (1910-1911) qui avait étudié les affluents rive gauche du Congo et avait trouvé pour :

		DÉBIT D'ÉTIAGE en litres par km ² et par seconde	
Bassin de l'Inikissi.....	10.710 km ²	5 l. 5	
— de Kuilu.....	5.565 —	3 l. 2	
— de la N'Guvu.....	720 —	3 l. 1	} trop faible
— de la M'Pozo.....	4.600 —	2 l. 9	



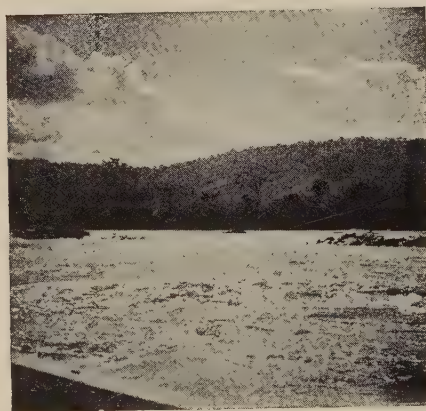
Chute de la M'Bali, vue de l'aval.



Chute de 60 mètres sur la M'Bi.



Village des bords de l'Oubangui
(environs de Mobaye).



Les rapides de l'Éléphant
sur l'Oubangui.

6° Essai d'organisation d'un service d'étude des forces hydrauliques aux colonies. — Un tel service aura pour tâche l'étude du régime des cours d'eau par la mesure régulière des débits à des stations de jaugeage d'abord provisoires puis définitives.

La connaissance des débits et des niveaux observés d'une façon régulière jointe à une documentation cartographique concernant les accidents des cours d'eau, levés de chutes et leurs accès, permettront de connaître :

- a) Les caractéristiques des chutes aménageables ;
- b) Le régime hydraulique des cours d'eau navigables ou non ;
- c) La répartition dans le temps et le mode de propagation des crues.

Ces renseignements sont destinés à être diffusés à la métropole et dans les autres services analogues étrangers en vue de compléter la documentation scientifique sur ces régions peu connues.

L'organisation projetée est calquée sur celle des services des grandes forces hydrauliques de la métropole en simplifiant, cependant à l'extrême, pour tenir compte de la pénurie de personnel spécialisé, et cela même si le degré de précision des mesures devait en souffrir pendant les premières années.

L'organisation de ce service pourrait, au moins pendant les premières années de démarrage, être attachée à la Recherche scientifique coloniale. Après ce délai, les services de travaux publics locaux semblent les plus qualifiés pour centraliser les documents et pour assurer la continuité des études entreprises.

Liaison avec les services scientifiques locaux. — Ce service serait naturellement en liaison constante avec les services météorologiques, géographiques et des mines. Ainsi que nous l'avons montré par différents exemples, il serait extrêmement utile que les missions de prospection comprennent des européens ayant des attributions bien distinctes, mais qui chercheraient à obtenir dans les régions où ils opéreraient un ensemble de documents se complétant, par exemple pour une région déterminée : cartes précises avec une figuration du modelé du terrain et avec un certain nombre de points géodésiques, station météorologique, stations de jaugeage, échelles limnimétriques, levés de certains cours d'eau, plan des chutes, études géologiques.

L'aviation de travail serait, évidemment, nécessaire pour aider à ces prospections et des canevas de cartes remis à tous les administrateurs leur permettraient de reporter leurs itinéraires, la position des villages, des plantations et toutes les indications utiles.

Liaison avec les colonies voisines. — Des liaisons étroites devraient être entretenues avec les services analogues des pays tropicaux voisins en vue d'une confrontation des résultats obtenus et même d'études en commun pour certains cas particuliers importants.

Les moyens. — Le personnel de ce service pourrait être extrêmement réduit et ne comporter, à titre permanent à la colonie, qu'un ingénieur spécialiste des questions hydrauliques ayant reçu une formation spéciale.

Les lectures d'échelles seraient confiées à du personnel extérieur simplement rétribué au moyen de primes. Les jaugeages pourraient être effectués avec des équipes d'indigènes évolués spécialement entraînés.

Quant à la partie cartographique et levés de chutes, elle pourrait être demandée chaque fois que cela serait nécessaire au service géographique.

Le matériel nécessaire à ces études est très peu important et il varie suivant le programme des tournées.

Crédits. — Les crédits nécessaires à la paye des porteurs et des travailleurs sont toujours très modestes et peuvent être imputés sur les fonds des Travaux Publics ; il en est de même pour le matériel scientifique : moulinets, échelles, appareils de topographie, baromètres enregistreurs, etc...

Fonctionnement. — L'activité du service doit naturellement viser l'ensemble du territoire. Mais il est certain qu'il faut porter l'effort, au début, sur l'étude des régions dont la mise en valeur économique peut être rapide (irrigation, forces hydrauliques pour industrie, etc...) ou pour celles dans lesquelles la navigation est un puissant moyen de développement.

Pour chacun des besoins étudiés, on réunira les renseignements suivants :

- 1^o Planimétrie-Nivellement (Service géographique) ;
- 2^o Géologie (Service des mines) ;
- 3^o Météorologie ;
- 4^o Dossier particulier pour chaque station de jaugeage ;
- 5^o Résultats des lectures d'échelles et des débits ;
- 6^o Dossier particulier des station de pluviométrie ;
- 7^o Notice sur l'aménagement théorique des cours d'eau.

Transmission des documents. — Le contrôle des lectures sera assuré par le personnel chargé de ce service, notamment pendant la période des étiages et celle des hautes eaux.

Il faudra s'attendre à des inexactitudes, mais celles-ci se produisent même dans les pays d'Europe et l'on ne doit pas s'arrêter à ces difficultés.

Pour diminuer ce risque, nous pensons qu'il faut procéder à une étude préalable des régions afin de limiter à l'extrême le nombre des échelles et des stations de jaugeage. Il sera toujours possible de les multiplier dans les régions importantes

A ce sujet, l'emploi de limnigraphes enregistreurs spéciaux devrait être généralisé. Il existe des appareils dont le mouvement d'horlogerie peut fonctionner pendant plusieurs mois.

Nous avons eu l'idée d'un limnigraphe enregistreur dont le mouvement d'un papier sensible se déplaçant devant une fente était provoqué par le courant de la rivière. Le niveau était transmis par un flotteur à un curseur se déplaçant devant le papier sensible.

Si l'on prenait soin de faire déplacer le curseur proportionnellement à la section mouillée connue pour chaque valeur de H , on obtenait sur la bande des surfaces proportionnelles au débit.

Un prototype de cet appareil réalisé par la maison Richard a été mis en service sur le Djoué, mais il a été emporté par une crue et les essais n'ont pu être poursuivis.

CHAPITRE III

LE RÉGIME DE QUELQUES BASSINS

Nous limiterons cette étude à la région du Moyen-Congo que nous avons pu étudier d'une façon plus complète. En effet, les reconnaissances rapides effectuées dans les bassins du Gabon et de l'Oubangui ne nous ont pas permis de recueillir suffisamment d'éléments, notamment en ce qui concerne les débits d'étiage et débits de hautes eaux. Les lectures d'échelles posées dans un certain nombre de points n'ont pas présenté une régularité et une précision suffisante.

Enfin, les cours d'eau de la région du Moyen-Congo qui font l'objet de la présente étude concernent une région dont l'avenir économique a le plus de chance de développement immédiat. Cette dernière région est, en effet, traversée par le chemin de fer Congo-Océan qui relie Pointe-Noire à Brazzaville, c'est-à-dire l'Océan Atlantique à l'immense bassin navigable intérieur du fleuve Congo. Elle recèle des mines de cuivre, d'étain et de plomb et est propice aussi au développement des cultures ainsi qu'aux industries de transformation.

L'étude comportera trois parties :

1^o *Affluents rive droite du Moyen-Congo.* — Le Congo dans la région des cataractes, le Djoué et Foulakary.

D'autres affluents secondaires, quoique présentant des ressources hydro-électriques intéressantes, ne seront signalés que pour mémoire ;

2^o *Affluents du fleuve Kouilou-Niari.* — Bouenza, Louessé et Itchibou ;

Les autres affluents ne présentent pas de ressources hydro-électriques aussi importantes ;

3^o *Le fleuve Loémé.*

I. — AFFLUENTS DU MOYEN-CONGO

A) **Généralités.** — Le fleuve Congo dans la zone des cataractes.

Nous rappellerons que le bassin du Congo a une superficie de 3.800.000 kilomètres carrés, long de près de 4.500 kilomètres, il prend sa source dans les monts Moukola, décrit une immense courbe en territoire belge et entre dans les possessions françaises qui occupent la rive droite vers l'Équateur.

A cet endroit, la largeur du fleuve est de 10 à 12 kilomètres, sa pente est faible et son lit est parsemé d'îles marécageuses et boisées.

En aval du confluent du Kassai, affluent très important de la rive gauche, la vallée du Congo se resserre entre des rives escarpées et la largeur du lit n'est plus que de 1.000 à 1.500 mètres.

Ce chenal, long de 100 kilomètres, s'appelle « Le Couloir » ; puis, le fleuve s'élargit dans le « Pool », immense bassin de décantation parsemé d'îles et dont la superficie est d'environ 560 kilomètres carrés.

A cet endroit, il reste au Congo à parcourir 400 kilomètres avant de se jeter dans l'Océan Atlantique. Son altitude au Pool est 296 mètres. Une explication de cette chute brusque du fleuve est donnée au chapitre relatif à la géologie de la présente étude.

Par suite de la présence de ces rapides, infranchissables aux navires, c'est sur la rive du Pool que se sont développées deux grandes cités : Brazzaville, capitale du Congo Français, sur la rive droite et, en face, Léopoldville, capitale du Congo Belge.

Léopoldville est l'extrémité d'un chemin de fer qui aboutit au fond de l'estuaire du Congo à Matadi.

Brazzaville est le départ d'une ligne à grand trafic, longue de 515 kilomètres, destinée à relier directement le bassin navigable intérieur du Congo à Pointe-Noire, port sur l'Océan Atlantique.

La mission ROUSSILHE a effectué des mesures précises de débit du fleuve en 1910-1911. Ces mesures étaient faites par sections entre deux remorqueurs ancrés ; la profondeur au thalweg était de l'ordre de 20 mètres. Les vitesses étaient mesurées au moyen de flotteurs lestés. Les résultats suivants ont été observés : débit de 54.729 mètres cubes par seconde aux plus hautes eaux connues et, pour le plus bas étiage, débit de 26.689 mètres cubes par seconde ; en moyenne mensuelle, débit atteint : 38.500 mètres cubes. On peut donc dire que le débit des plus hautes eaux est égal à deux fois le débit aux plus hauts étiages.

Essai de vérification du coefficient de ruissellement : la hauteur de pluie moyenne annuelle peut être admise égale à 1 m. 50. Or, le coefficient de ruissellement varie, en pratique, de 0,20 dans la plaine à 0,80 dans les montagnes (ouvrage de René Koechlin « Le Mécanisme de l'eau »).

Le bassin du Congo étant constitué par une cuvette où l'évaporation est considérable, d'autre part, la forêt tropicale diminuant le ruissellement précisément dans les régions où les précipitations sont les plus fortes, on peut penser qu'au Congo le coefficient de ruissellement doit se rapprocher du coefficient 0,20 des plaines.

Proposons-nous de vérifier l'application de la formule de Koehlin. Appliquons la formule de débit annuel, en fonction du coefficient de ruissellement :

$$Qm = \frac{rLs \, 1.000.000}{31.536.000} \text{ (m}^3 \text{ seconde)}$$

Qm = débit annuel moyen en mètres cubes par seconde ;

r = coefficient de ruissellement ;

S = superficie du bassin du Congo (3.480.000 kilomètres carrés) ;

L = hauteur annuelle moyenne des pluies (1 m. 50) ;

d'où :

$$Qm = \frac{r \times 1,5 \times 3.480.000 \times 1.000.000}{31.536.000} = r \times 165.500.$$

Nous trouvons ainsi que le débit moyen de 38.500 mètres cubes mesuré par Roussilhe correspond à un faible coefficient de ruissellement compris entre 0,20 et 0,25, ce qui est conforme aux prévisions.

r	0,20	0,25	0,30
Qm	33.100	41.375	49.650

Cette régularité exceptionnelle du fleuve en cet endroit s'explique par le fait que son bassin s'étend au Nord et au Sud de l'Équateur ; les saisons de pluies sont opposées, il en résulte que ses affluents présentent des crues à divers moments de l'année et la somme de leurs débits varie peu.

A Brazzaville, le Congo présente des crues au mois de juin et décembre (maximum) et les étiages en mars et août.

Enfin, à partir du Pool jusqu'à la frontière belge, à 140 kilomètres en aval de Brazzaville, il reçoit, sur la rive droite :

Le Djoué ;

La Foulakary ;

La Louvoubie ;

La Loukoulousie ;

La Loenga ;

La Loufou.

Ainsi que nous l'avons indiqué, nous croyons que le lac immense qu'occupait tout l'actuel centre du bassin du Congo s'est déversé par le lit d'un petit fleuve côtier qui avait traversé la chaîne du Mayombe. L'énorme quantité d'eau qui s'est écoulée par cette ouverture aurait ainsi creusé une vallée profonde, visible sur la figure 34, dans le plateau gréseux, vallée dont le Congo continue l'érosion à une cadence extrêmement rapide grâce à son débit très important.

Pour apprécier l'importance de ce lac dont M. BABET a signalé les traces du niveau ancien sur des collines à 30 ou 40 mètres au-dessus de Brazzaville, on notera que sur 1.100 kilomètres entre Brazzaville et Bangui, le niveau du fleuve, puis de son affluent l'Oubangui ne s'élève que de 57 mètres. L'ancien lac aurait ainsi atteint, au Nord, un point éloigné de 200 kilomètres environ de Bangui.

La pente moyenne du fleuve entre le Stanley-Pool et l'Océan est de moins de 1 mètre par kilomètre (296 mètres pour 400 kilomètres). On s'explique ainsi que lorsqu'on se rapproche de l'Océan, les affluents ont des vallées suspendues et se jettent dans le fleuve d'une hauteur variable mais croissante, par exemple, la Djiri en amont de Brazzaville a simplement une forte pente à son confluent, le Djoué présente un fort rapide de 11 à 15 mètres, la Foulakari, une chute de 120 mètres, la Louvoubie, la Loenga et la Loufou des chutes variant entre 140 et 250 mètres (Pl. VII-VIII).

ÉTUDES HYDRO-CHIMIQUES

Nous n'avons pu procéder à des analyses des eaux dans les bassins étudiés. Toutefois, il nous a été possible de recueillir les résultats d'une analyse de l'eau du fleuve Congo (Matamba 27-3-30) faite par le Laboratoire du chimiste communal de Bale-Ville. Nous croyons utile de reproduire les résultats de cette analyse :

EXAMEN. — L'eau était claire et sans odeur particulière. Au repos, il ne se forma qu'une minime couche de dépôt de matière très fine composée de détritux de plantes et d'infusoires vivantes — dans un litre d'eau étaient contenus :

Matière solide	80 milligrammes
Résidu à la cuisson	55 —
Chlorure alcalé comme chlore.....	6 —
Nitrate	traces
Sulfates (gypse).....	traces
Fer.....	0 mgr. 8

La dureté en carbone correspond à 2,75° de la dureté française sur la base des résultats ci-dessus.

L'échantillon analysé peut être considéré comme une eau très douce et pure au point de vue technique.

B) **Climat.** — 1° SAISONS. — On distingue quatre saisons : grande saison sèche de mai à septembre, petite saison de pluies d'octobre à décembre, petite saison sèche, fin décembre ou début de janvier, grande saison de pluies de janvier à mai.

2° PLUIES. — Nous rappellerons les indications données au chapitre précédent ; la moyenne des pluies dans cette région, pour la période s'étendant de 1937 à 1943, est de 1.045,9 millimètres. La répartition mensuelle est la suivante :

Janvier	100,4	Juillet	0
Février	110,2	Août	0
Mars	90,4	Septembre	90
Avril	180,5	Octobre.....	45,9
Mai	96,7	Novembre	309,6
Juin.....	2	Décembre	103,0

C) **Géologie.** — L'ensemble de la région est constitué par un plateau de grès rouge, ainsi qu'il a été indiqué dans le chapitre précédent (voir fig. 21, la région du Bas-Congo).

D) **Possibilités économiques.** — Cette région est une des plus peuplées de l'Afrique Équatoriale Française et la densité de sa population atteint 12 habitants au kilomètre carré. Brazzaville, capitale du groupe de colonies constituant l'A. É. F., s'étend au bord du Congo sur 7 kilomètres de longueur et la ville comprend plus de 1.000 européens et 20.000 indigènes. Des mines de cuivre sont en exploitation à la limite des bassins du Djoué et de la Foulakary avec le bassin du Kouilou-Niari (mines de Mindouli et de Renéville). Au point de vue agricole, des palmeraies naturelles sont exploitées de façon très défectueuse, mais la région se prêterait à l'aménagement de palmeraies sélectionnées en vue de l'exploitation d'huile de palme de qualité. Les cultures vivrières sont une des richesses de cette région. Malheureusement, la maladie du sommeil gêne considérablement le développement de l'élevage.

E) **Voies de communication.** — La région est traversée par le chemin de fer Brazzaville-Océan et des routes partant de Brazzaville vont, l'une vers le Nord, à travers les plateaux Batéké, l'autre vers l'Ouest, la troisième le long du Congo vers la Foulakary.

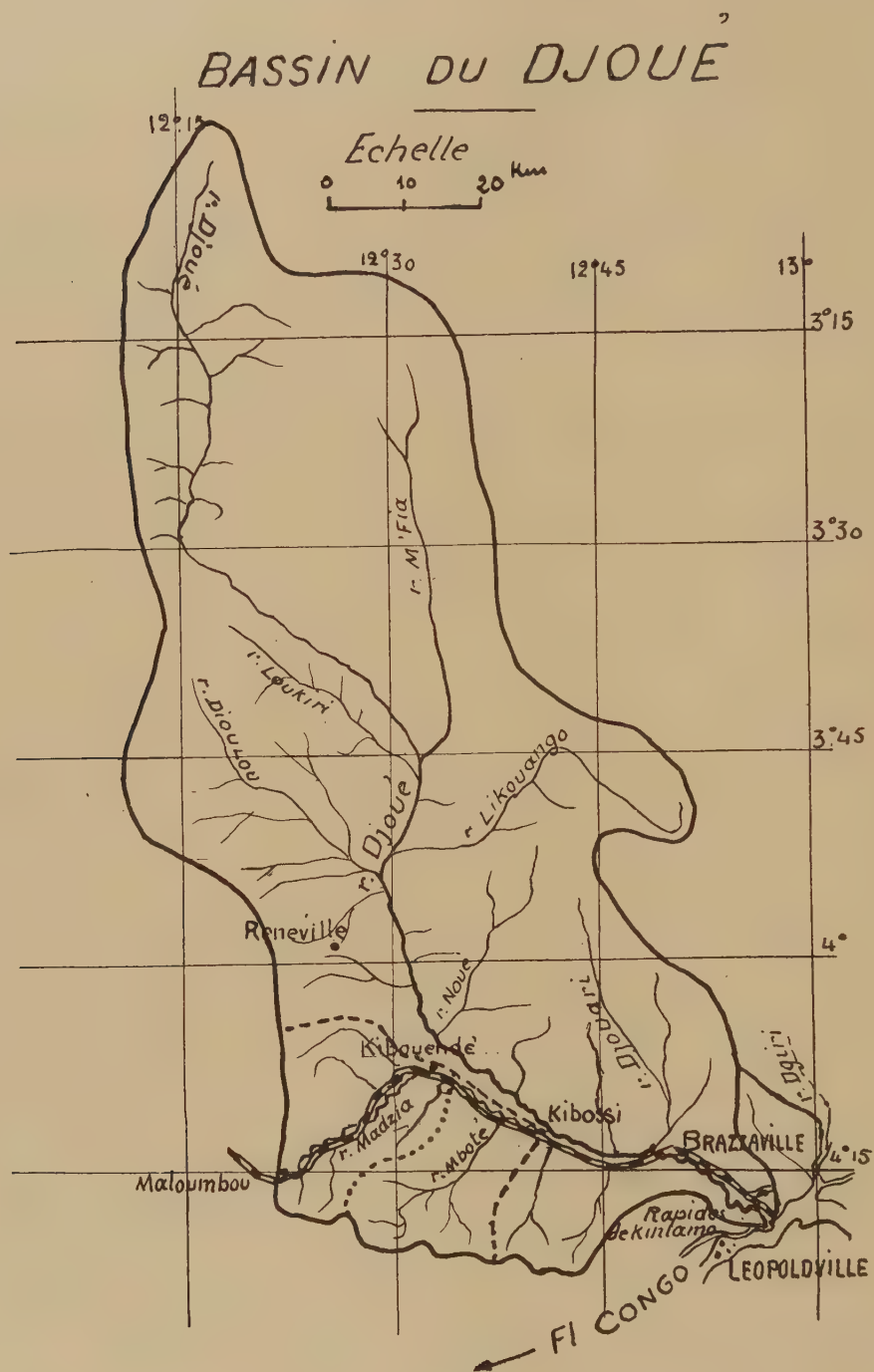


FIG. 35.

Description sommaire des affluents du Congo entre le Pool et la frontière belge. — Ces affluents sont :

Les rivières Djiri, Djoué, Foulakary, Louvoubie, Loukoulousie, Loenga, Loufou.

Comme nous l'avons indiqué, nous limiterons notre étude aux rivières Djoué et Foulakary.

DJOUE

Echelle d'étiage de Manchimou

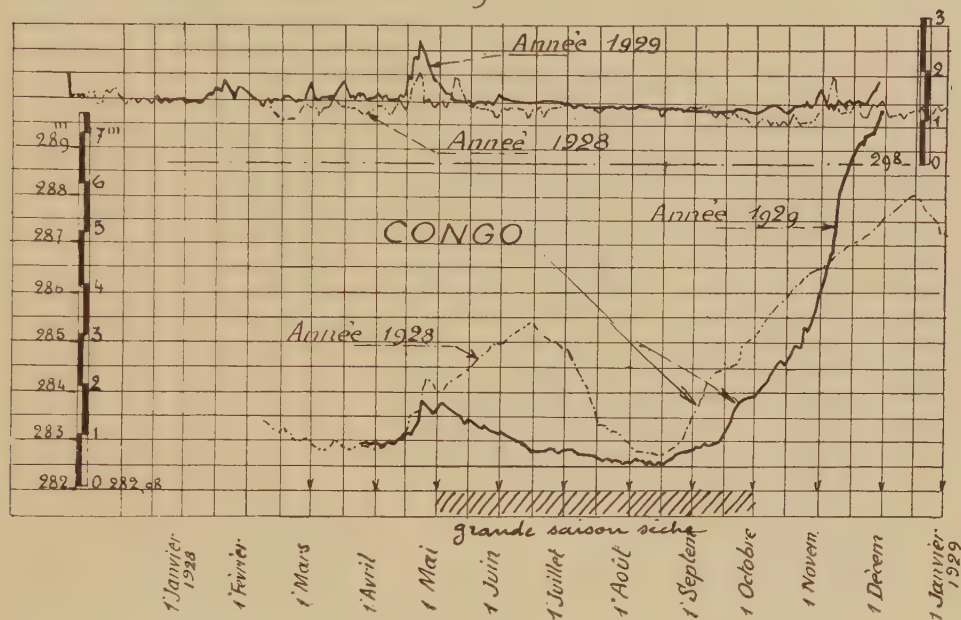


FIG. 36.

1° Le Djoué. — a) DESCRIPTION SOMMAIRE DE LA VALLÉE (fig. 35).

Le Djoué prend sa source dans les plateaux Batéké d'où descendent également le Niari et la Léfini, à une altitude voisine de 600 mètres, pour se jeter dans le Congo au-dessus des chutes de Kintamo, à l'aval de Brazzaville, à une altitude de 290 mètres.

Long de près de 200 kilomètres, il coule du Nord au Sud dans sa partie supérieure jusqu'à ce qu'il reçoive son affluent, le N'Koué.

Cette partie de son cours est encore très mal connue.

A 120 kilomètres de Brazzaville, il décrit, dans une large vallée, de nombreuses courbes et atteint ensuite le N'Koué, à partir duquel il prend une direction Nord-Ouest, Sud-Est jusqu'à son confluent avec le Congo à 4 kilomètres de Brazzaville.

La navigation y est possible, mais comme dans les autres rivières de la région, les biefs navigables sont coupés de seuils rocheux provoquant une dénivellation de 0 m. 30 à 0 m. 50 (rapides de Maronko, rapides de Loumé).

Le courant est très violent et il est nécessaire de hâler les embarcations à l'aide de câbles.

Sur les derniers kilomètres de son cours, la vallée très sinueuse est suivie par le tracé du chemin de fer Congo-Océan. En amont du confluent, le Djoué a 60 mètres de large, une profondeur moyenne de 3 mètres, le courant a une vitesse moyenne de 1 mètre à la seconde environ (Pl. VII).

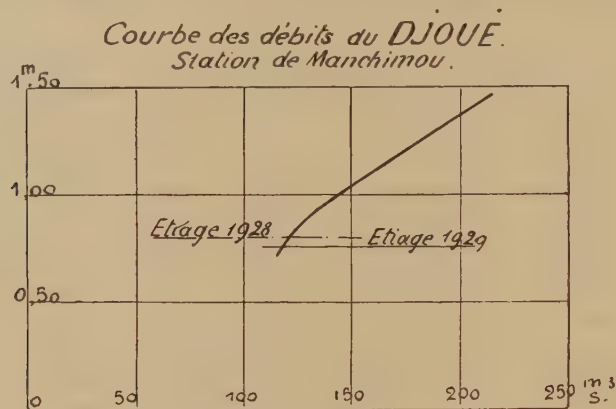


FIG. 37.

b) ÉTUDE DU RÉGIME HYDRAULIQUE. — 1^o Niveaux. — Deux échelles d'étiage ont été posées près du confluent du Djoué avec le Congo, ce qui a permis de noter les niveaux des deux cours d'eau. Ces renseignements sont reportés sur le croquis (p. 71, fig. 36), et ils font ressortir, pour le Djoué, une très grande régularité des niveaux dont l'amplitude ne dépasse pas, dans le cours d'une année, 80 centimètres avec une crue maximum pendant quelques jours de 1 m. 50 en 1929. Nous pensons que cette régularité est due à la nature des terrains traversés (sables blancs des plateaux Batéké). Les crues se font sentir au mois de mai.

Par contre, le Congo qui se trouve régularisé naturellement, comme nous l'avons indiqué, par suite de la disposition de son bassin de part et d'autre de l'Équateur, présente, cependant, deux crues annuelles avec de très fortes variations de niveau, l'une en mai ou juin, l'autre en décembre. L'amplitude de la crue maximum atteint 7 mètres.

2^o Mesures des débits. — Des jaugeages précis ont été effectués en utilisant comme station le pont qui traverse le Djoué en amont de son confluent. L'étalonnage de la station est reporté sur le croquis ci-dessus (fig. 37), qui traduit par une courbe la variation des débits en fonction

CONFLUENT DU DJOUÉ AVEC LE CONGO.

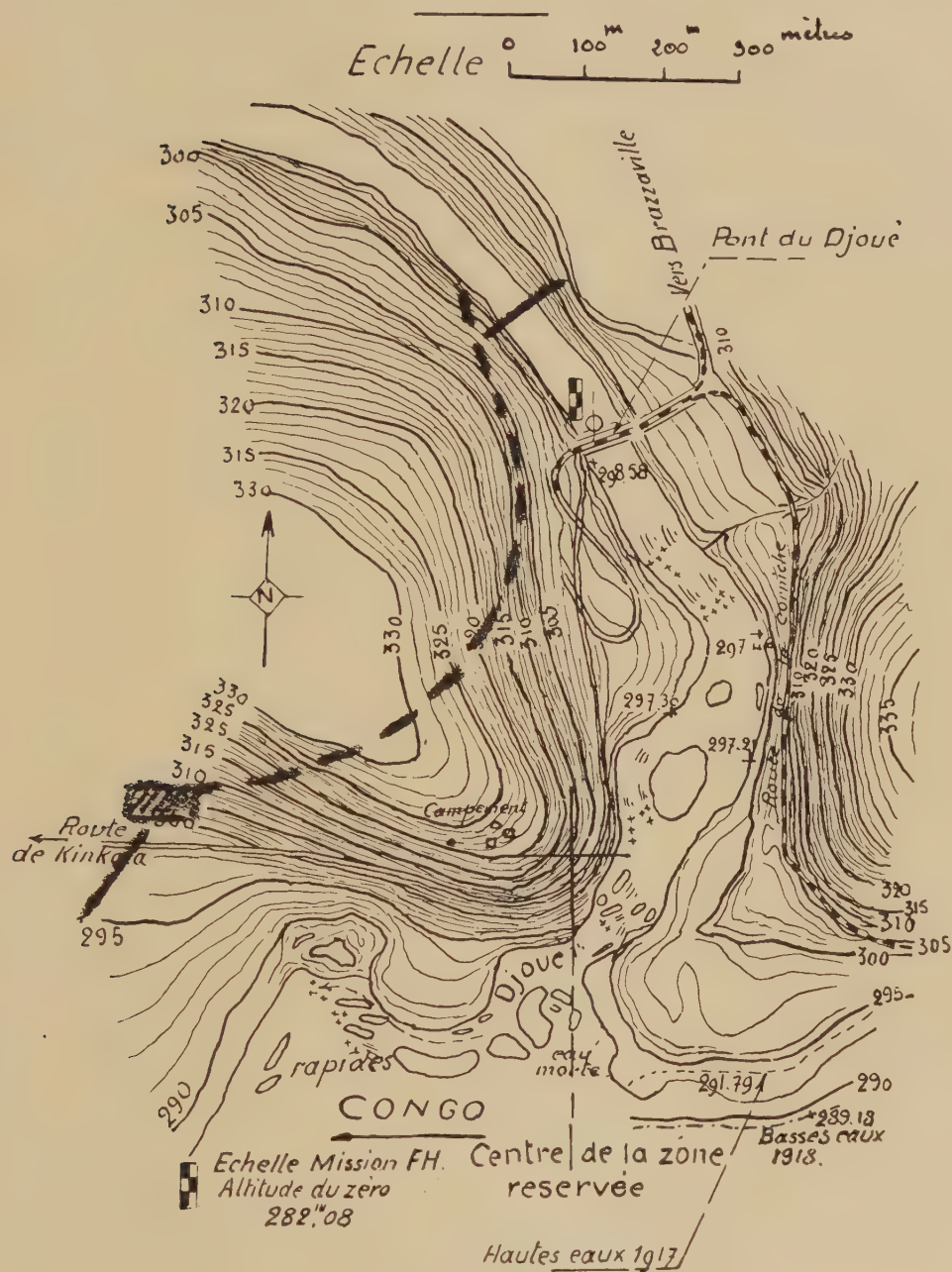


FIG. 38.

des hauteurs lues à l'échelle. On voit ainsi que le débit varie de près de 120 mètres cubes à la seconde pour les étiages 1928-1929, à 320 mètres cubes pour la crue de 1928 et 600 mètres cubes pour la pointe de crue 1929.

Les débits rapportés au kilomètre carré de bassin versant sont particulièrement élevés, soit 20 litres par kilomètre carré. On trouve, d'ailleurs, le même chiffre pour l'affluent voisin, la Djiri, qui descend des plateaux Batéké et rencontre les mêmes terrains.

On verra plus loin que ce chiffre descend à 4 ou 5 litres par kilomètre carré dès que l'on aborde des terrains différents (Foulakary).

3° *Profil en long.* — L'essai de profil en long que nous avons établi montre que la rivière ne présente pas de chutes verticales le long de son cours, mais qu'elle se jette dans le Congo par des rapides de quelques mètres dont l'aménagement a été étudié (fig. 38).

Nous croyons utile de donner les grandes lignes de l'aménagement de cette chute qui est susceptible d'utilisation par suite de la proximité du centre important de consommation que représente Brazza-ville.

4° *Caractéristiques de la chute du Djoué.* — (Fig. 38).

A son confluent avec le Congo, le Djoué présente, sur les 600 derniers mètres de son cours, une chute d'une hauteur totale de 15 mètres. Son bassin, en cet endroit, est de 4.800 kilomètres carrés.

Les crues du Djoué ont lieu en mars-avril pendant la saison des pluies alors que celles du fleuve Congo ont lieu en juin et décembre avec étiage en mars et août.

Les observations de 1928 ont donné les résultats suivants :

	ÉCHELLE DU DJOUÉ	ÉCHELLE DU CONGO
Altitude.....	297,70	282,06
Crue maximum	299,60	288,20
Étiage.....	298,50	282,70
Hauteur moyenne	298,80	284,12

On voit ainsi que la différence de niveau entre les eaux du Djoué et du Congo n'a jamais été inférieure à 10 m. 50 et qu'elle a dépassé 15 mètres, la dénivellée minimum correspondant à un fort débit du Djoué.

Cette circonstance permettrait, dans une certaine mesure, la régularisation de la puissance débitée.



Chute Moukoulou, sur la Bouenza.



Les rapides du Congo au confluent du Djoué.

L'aménagement pourrait se faire par étapes. L'équipement complet comporterait un barrage élevant la cote à l'amont à 300 mètres, ce qui permettrait la dérivation par la rive droite, comme indiqué sur la figure 38 du débit moyen, soit 150 mètres cubes-seconde.

La puissance utile varierait de 15.000 à 22.000 CV.

Un tel aménagement n'entraînerait que de faibles travaux de génie civil. Il se prêterait à un fractionnement par étapes.

2° La Foulakary. — a) DESCRIPTION SOMMAIRE DE LA VALLÉE. —

La Foulakary prend sa source en territoire belge sur le plateau des catactes à l'altitude de 540 mètres et son bassin versant est de 2.800 kilomètres carrés. Le croquis ci-contre (fig. 39) montre la disposition de son bassin ; cette rivière, longue de 145 kilomètres, présente une chute de 18 mètres en territoire belge, puis près de Kinkala, une chute de 1 m. 50.

La rivière coule ensuite dans une plaine large, plate et sablonneuse, la couche de sable recouvrant un banc de grès rouge. A 20 kilomètres en aval, près de Bivounou, la Foulakary traverse une plaine rendue marécageuse par suite de la présence d'un banc de grès. Elle franchit ce seuil par une chute de 4 mètres, et 4 kilomètres plus loin, par une autre chute de 4 mètres.

En aval de Kimpanzou, à 5 kilomètres avant son confluent avec le Congo, la Foulakary forme, sur 200 mètres, une série de rapides se terminant par une chute de 6 mètres. Un bief calme de 2 kilomètres environ succède à cette section.

Enfin la rivière se divise en deux bras présentant une chute de 67 mètres. Après le confluent de la M'Voula, affluent rive droite, la rivière forme une nouvelle chute de 57 mètres au total et se jette dans le Congo dont le niveau peut s'élever parfois, en cet endroit où il est resserré, d'une dizaine de mètres au moment des crues (Pl. VIII-IX).

b) ÉTUDE DU RÉGIME HYDRAULIQUE. — 1° *Niveaux*. — Un certain nombre d'échelles d'étiage ont été posées sur la rivière, mais la plus importante est celle de Kimpanzou. Les résultats de ces lectures ont été reportés sur le croquis ci-après (fig. 40). On verra que les crues sont peu importantes puisqu'on a observé des variations de niveaux de 0 m. 40 à l'étiage 1928 à 2 m. 50 au moment de la crue de mai 1928 et 3 mètres au moment de la crue de mai 1929. L'étiage a lieu en septembre.

2° *Mesures des débits*. — Des jaugeages au moulinet effectués en diverses saisons à la station de Kimpanzou ont permis d'établir une courbe de variation des débits en fonction des hauteurs lues à l'échelle



FIG. 39.

FOULAKARY. Echelle d'étéage de Kimpanzou.

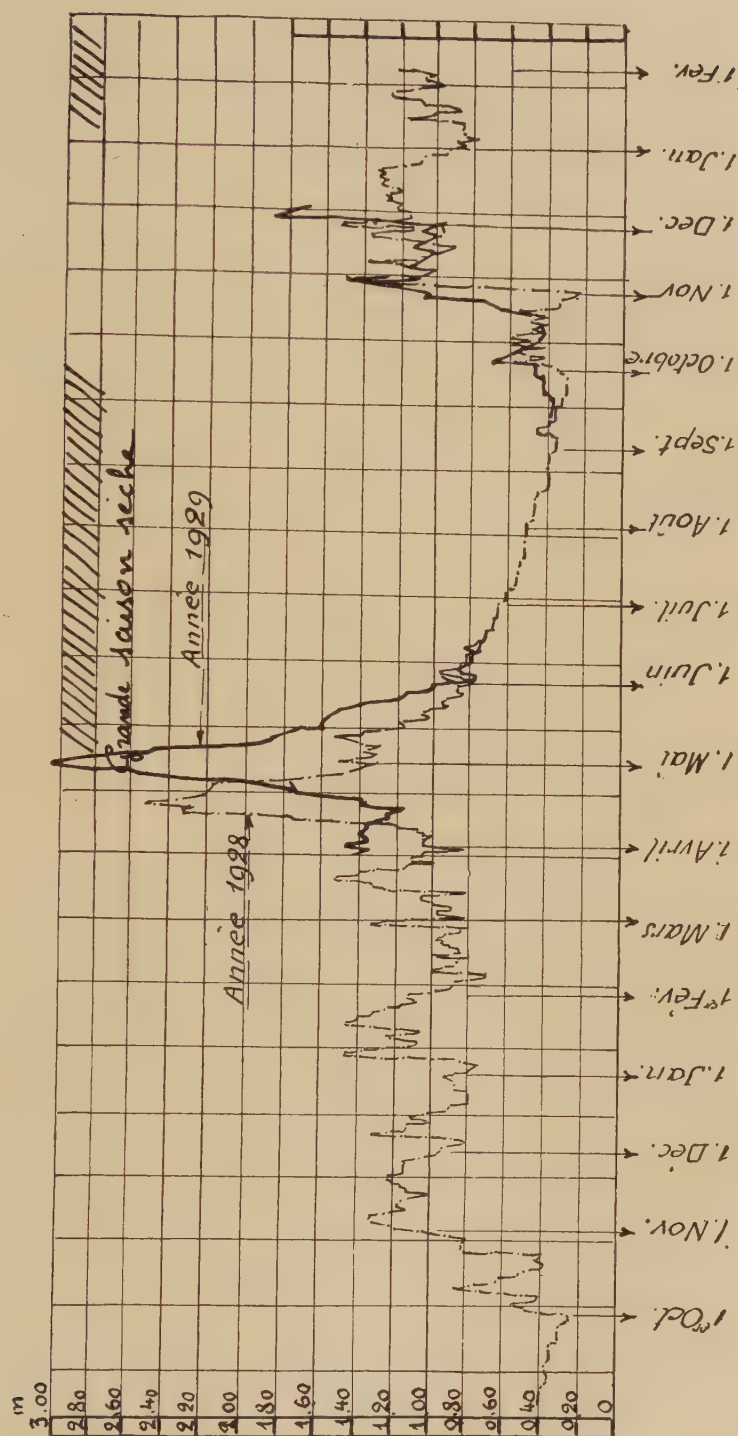


FIG. 40.

(fig. 41). On voit ainsi que les débits d'étiage étaient de 18 mètres cubes en 1928 et 1929, le débit moyen environ 55 mètres cubes et le débit de crues atteint, seulement quelques jours par an, 200 à 220 mètres cubes.

La figure 21 montre le décalage observé entre les précipitations et les crues de la rivière mesurées avant le confluent avec le Congo, c'est-à-dire s'appliquant à la superficie totale du bassin versant.

c) PROFIL EN LONG. — Le profil en long général indiqué sur la figure 3 ne donnant pas suffisamment de précisions sur la partie du cours que la rivière présente à son confluent avec le fleuve Congo,

Courbe des débits de la FOULAKARY.

Station de Jaugeage de Kimpanzou

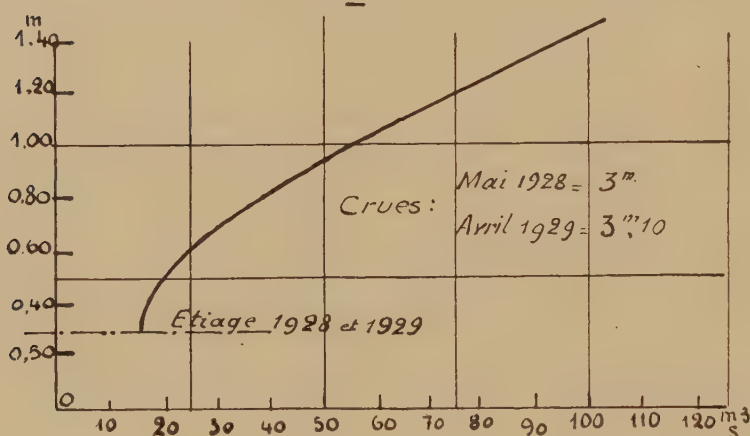


FIG. 41.

nous avons établi un profil à plus grande échelle (voir fig. 42). Il montre que sur 6 km. 500, la rivière passe d'une altitude de 380 mètres à 252 mètres par trois paliers successifs de faible longueur.

d) CARACTÉRISTIQUES DES CHUTES. — Cette partie du cours est d'autant plus intéressante du point de vue de l'utilisation de la puissance hydro-électrique que la Foulakary passe à Kimpanzou en un endroit situé très près du fleuve Congo, ainsi que le fait nettement ressortir le levé de reconnaissance de la figure 42.

Les travaux de génie civil seraient, en conséquence, sous réserve d'études géologiques, réduits au minimum à un petit tunnel sous la partie AB long de 1 kilomètre environ, puis à une ou plusieurs conduites forcées aboutissant au fleuve, comme indiqué schématiquement sur la figure 43.

Pour un débit moyen de 55 mètres cubes-seconde, on disposerait ainsi d'une chute brute de 128 mètres et d'une puissance de 70.400 CV.

Chutes de la FOULAKARI Inf^{re}
Profil en long.

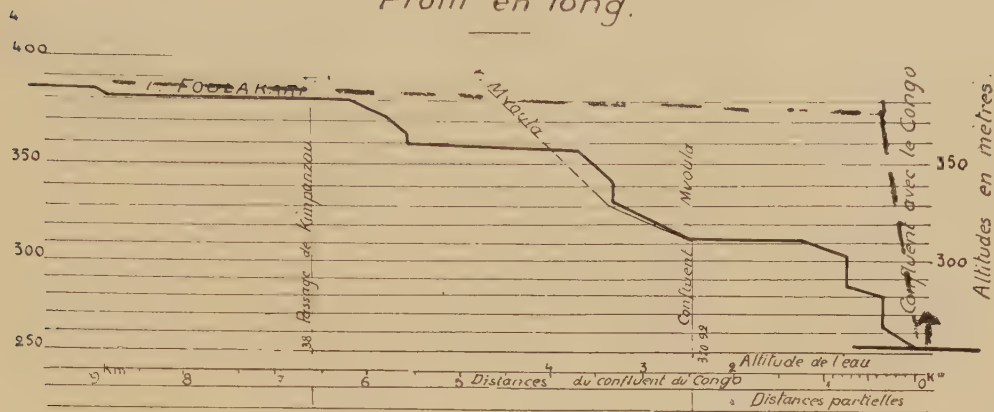


FIG. 42.

Chutes de la FOULAKARI Inf^{re}

Lever de Reconnaissance



FIG. 43.

II. — BASSIN DU KOUILOU-NIARI

Le Niari est appelé Kouilou dans son cours inférieur et N'Douo dans son cours supérieur. Il a une longueur totale d'environ 690 kilomètres.

Le profil en long de ce fleuve ne présente pas de particularité, sauf une

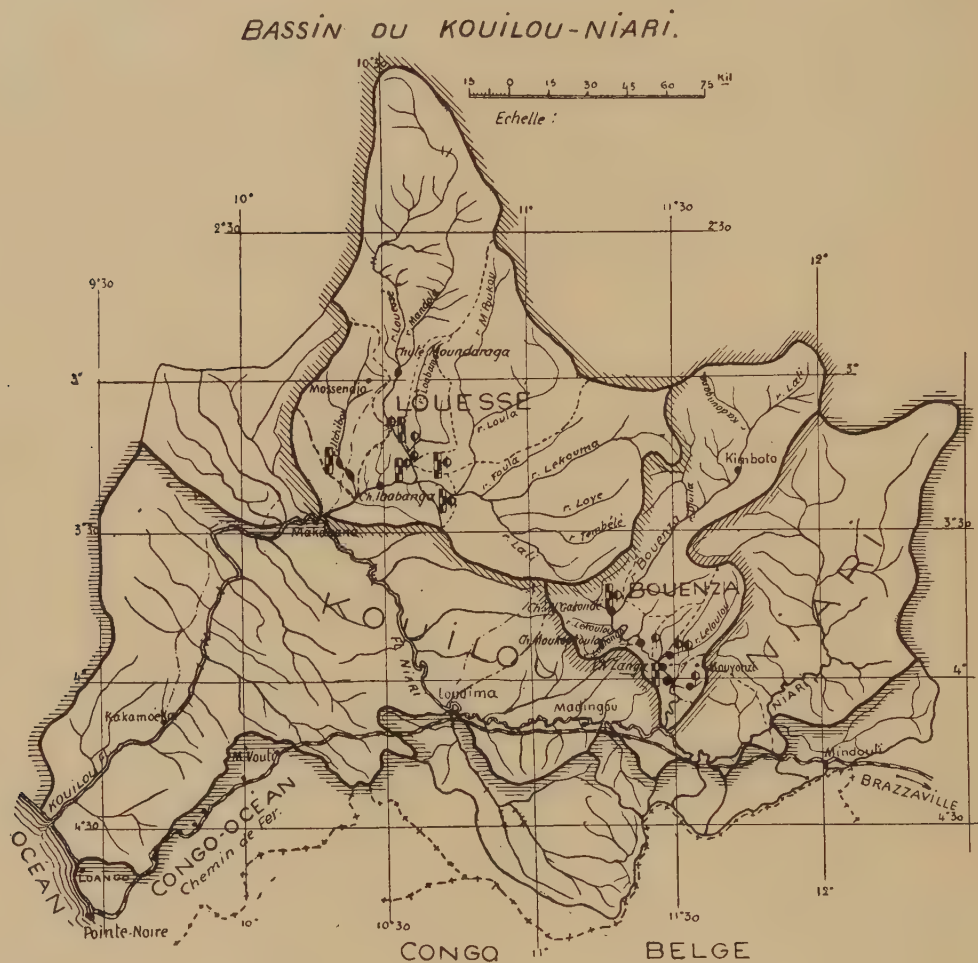


FIG. 44.

chute en amont et des rapides à Koussounda correspondant au passage difficile à travers les plis du massif du Mayombe (fig. 44).

Pour rester dans les limites du cadre que nous nous sommes fixé, nous limiterons notre étude au bassin de ses deux principaux affluents, rive droite, qui sont le Bouenza et la Louessé.

Climat. — On retrouve, pour le bassin du Niari, les mêmes saisons que celles qui ont été décrites dans le bassin inférieur du Congo avec une légère différence, cependant, pour la grande saison sèche et celle des pluies et qui sont classées d'après le régime des pluies :

- En grande saison sèche, de mai à octobre ;
- En petite saison de pluies, d'octobre à décembre ;
- En petite saison sèche, de décembre à février ;
- En grande saison de pluies, de février à mai.

Pluies. — Le régime des pluies est assez différent et l'intensité des précipitations est plus élevée dans le bassin de la Louessé dans lequel on a observé 2 m. 15 en 1927 à Mossendjo, répartis comme suit :

	Janvier	300	millimètres	
	Février	420	—	
	Mars	300	—	
	Avril	340	—	
	Mai	140	—	
Grande saison sèche	Juin	0		
	Juillet	0		
	Août	10	—	} Étiage
	Septembre	15	—	
	Octobre	115	—	
	Novembre	340	—	
	Décembre	270	—	

Richesses minières. — Au point de vue économique, les prospections n'ont pas signalé de richesses minières importantes dans le bassin de la Louessé et de la Bouenza. Cependant, la rive gauche du Kouilou est très minéralisée (cuivre à Mindouli, plomb, étain à Boko Sougo) et pourra être l'objet d'exploitations consommatrices d'énergie.

Ressources agricoles. — La plus grande partie du bassin de la Bouenza et l'ensemble du bassin de la Louessé sont recouverts de la forêt tropicale. Il semble que la culture de l'hévéa et du palmier à huile puisse réussir dans le bassin de la Louessé.

A. — RIVIÈRE BOUENZA

(*Affluent rive droite du Niari.*)

Description sommaire de la vallée. — La Bouenza prend sa source dans la zone des plateaux où naissent l'Ogoué à l'Ouest, la M'Pama au Nord, la Léfini à l'Est et enfin la Bouenza ou Lali et le Niari au Sud, à une altitude de 650 mètres. Sa longueur est de 300 kilomètres et le bassin versant 6.000 kilomètres carrés (voir fig. 45).

BASSIN DE LA BOUENZA.



FIG. 45.

de terrains, comme intermédiaire entre la région de la boucle du Niari (Niari occidental) et la région du Niari oriental. Dans le Niari occidental, les plissements ont une direction générale N. O. Dans le Niari oriental une direction générale N.E. La Bouenza se trouverait donc dans la zone de raccordement de ces deux directions, plus près, cependant, de la seconde. Les couches paraissent horizontales avec un léger plongement vers le Sud. Ces considérations expliquent peut-être la prédominance de la direction N. E. des crêtes des chutes et des rapides de la Bouenza.

On peut diviser l'étude de la rivière en quatre tronçons que l'on retrouve sur la figure 46.

1° *De Makaka à la rivière Lolo* (distance à vol d'oiseau 10 km. 500 ; longueur approximative de rivière développée : 24 kilomètres).

Sur ce tronçon, se trouve une chute verticale de 18 mètres (chute de N'Gakondé), c'est dans cette partie que nous pensons qu'a eu lieu la capture de la rivière Lali qui se dirigeait antérieurement vers la Louessé. Cette capture qui aurait été produite par un petit affluent du Niari est matérialisée par les faits suivants :

1° La Lali, affluent de la Louessé, est en A sensiblement au même niveau que la Bouenza en B. D'ailleurs, on peut remarquer, mais nous n'en tirons naturellement aucun argument, que les indigènes appellent la Bouenza Lali, en amont de B.

2° La Bouenza présente en C un rebroussement vers le Nord en une chute verticale de 18 mètres.

3° Un affluent D prend sa source très près de la Lali.

4° La Bouenza présente de C en E confluent avec le Niari, une succession de chutes et rapides dont la dénivellée totale atteint 250 mètres, avec une chute verticale de 60 mètres.

2° *Du confluent de la Lolo au confluent de la Louali III* (distance à vol d'oiseau : 9 km. 200 ; longueur approximative de rivière développée : 24 kilomètres).

Dans cette partie, les rives plus accidentées, sont recouvertes d'une forêt plus dense, coupée de temps à autre de clairières et de parties basses marécageuses. On rencontre les rapides d'Itselé formant une dénivellée totale de 11 mètres.

3° *Du confluent de la Louati III au village de Miamba* (distance à vol d'oiseau : 15 km. 5 ; longueur de rivière développée : 19 km. 500).

Dans cette partie, la Bouenza, rivière tumultueuse, n'est plus sur 7 à 8 kilomètres de longueur qu'une série ininterrompue de rapides coupés par d'importantes chutes ; ses rives deviennent abruptes, parfois verticales et sont recouvertes d'une forêt dense, se laissant difficilement pénétrer. C'est, de beaucoup, la partie la plus importante de la Bouenza.

La dénivellée de cette partie atteint 280 mètres.

4° De Niamba au confluent Bouenza-Niari (distance à vol d'oiseau : 15 km. 500 ; longueur de rivière développée : 19 km. 500). Cette

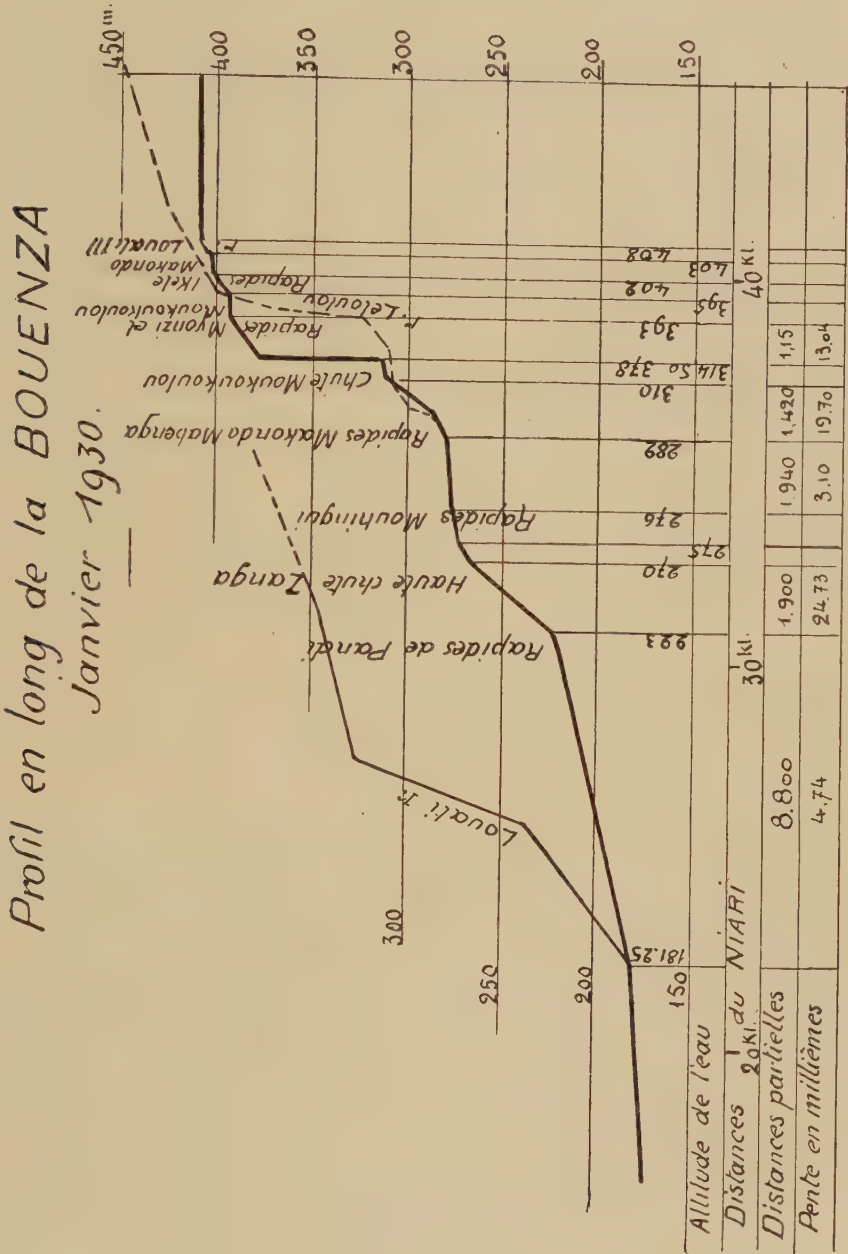


FIG. 47.

partie du cours est navigable en pirogue et la rivière est bordée de collines assez élevées, la plupart du temps dénudées.

Le profil en long ci-dessus matérialise les accidents du profil en long que nous avons indiqués brièvement (fig. 47).

Régime hydraulique. — *a) NIVEAUX.* — Une échelle posée à N'Gakoudé n'a pu être observée qu'à nos divers passages, cette région étant peu fréquentée.

b) MESURES DES DÉBITS. — Un certain nombre de jaugeages ont été effectués à différentes époques des années 1928-1929 et les résultats peuvent se traduire comme suit :

Débit d'étiage : 55 mètres cubes-seconde en amont de la chute N'Gakondé ;

60 mètres cubes-seconde à la chute Moukougoulou ;

65 mètres cubes-seconde près de Niamba, soit 9 litres par kilomètre carré de bassin versant.

Les débits moyens, c'est-à-dire disponibles pendant plus de 180 jours par an peuvent être évalués à 155 mètres cubes-seconde.

c) PROFIL EN LONG. — Le profil détaillé de la figure 47 se rapporte plus spécialement à la troisième partie accidentée du cours de la Bouenza entre le confluent de la Louati III et Miamba. Il indique les zones de plus forte pente.

ÉQUIPEMENT

Puissance disponible. — Le tableau ci-contre résume les caractéristiques principales des chutes et rapides de la Bouenza basées sur les débits indiqués ci-dessus (Pl. VII et VIII).

Nous indiquons ci-après, à titre d'exemples, la façon dont les deux tronçons les plus importants pourraient être équipés séparément, sous réserve d'étude sur la nature des terrains.

a) CHUTE MOUKOUKOULOU (voir fig. 46). — La chute présente une hauteur brute de 94 mètres avec une longueur de canal d'amenée de seulement 1.800 mètres.

La puissance de cette section d'aménagement extrêmement économique atteindrait :

A l'étiage 56.400 CV ; en régime moyen 165.000 CV.

b) CHUTE ZANGA (voir fig. 48). — Cette chute d'aménagement, plus difficile que la précédente, présente une hauteur nette de 52 mètres pour une longueur de canal d'amenée de 3 km. 750.

La puissance disponible serait :

A l'étiage, 33.000 CV ; en régime moyen, 99.000 CV.

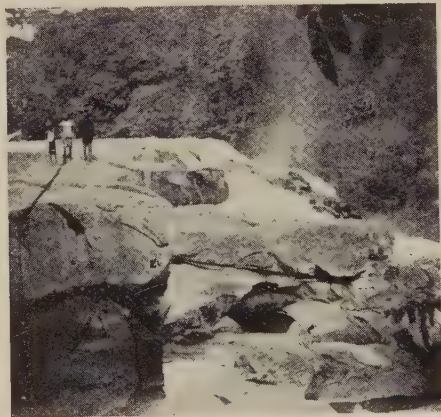


Photo A. E. C.

Confluent de la Foulakary. *Au fond*, le Fleuve Congo.



Chute amont de la Foulakary.



Chute Zanga, sur la Bouenza.

	ALTI- TUDES absolues	ENTRE POINTS amont et aval		PUISSANCES d'étiage locales	PUISSANCE moyenne 180 j. par an
		Dénivelée	DISTANCE à vol d'oiseau		
		m.	m.	H. P.	H. P.
a) Chute (9 mètres) et rapides de N'Gakondé (ensemble)	466 448 433	16	200	9.900	29.700
b) Rapides Mousségué.	426 425	7	800	3.900	10.700
c) Rapides d'Itsélé.	414	11	200	8.800	18.600
d) Rapides Bambari	408	0,70			
e) Rapides Lengué Lakandzi	403 402	5	250	2.900	8.700
f) Chute et rapides Ikélé Makondo ..	395 393	7	250	4.100	12.300
g) Rapides Miyonzi et rapides de Moukouloulou	378	15	1.100	8.900	26.700
h) Chute Moukouloulou	314,5 310	63,50	à pic.	38.100	114.300
i) Chute et rapides Mokassi Mou- kouloulou	287	23	400	14.000	42.000
j) Rapides Makondo Mabenga	282 281	5	700	3.100	9.300
k) Rapides Mouhingué	276 275	5	550	3.200	9.600
l) Chutes (9 mètres) et rapides de Sanga	223	52	2.300	33.000 127.300	99.000 380.900

Affluents de la Bouenza. — Cette rivière présente un certain nombre d'affluents dont le profil en long est très accidenté avec des chutes de grande hauteur, mais leur débit est insignifiant et nous ne croyons pas utile d'en présenter l'étude détaillée.

B. — LA LOUESSÉ

(*Affluent rive droite du Kouilou-Niari.*)

Description sommaire de la vallée. — La Louessé a un bassin versant de 13.600 kilomètres carrés et prend sa source à 975 mètres d'altitude dans le massif montagneux formant la séparation entre le bassin de l'Ogoué et le bassin du Kouilou. Longue de 250 kilomètres, cette

BASSIN DU KOUILOU-NIARI.
Chutes et Rapides de ZANGA.
sur la Bouenza BOUENZA

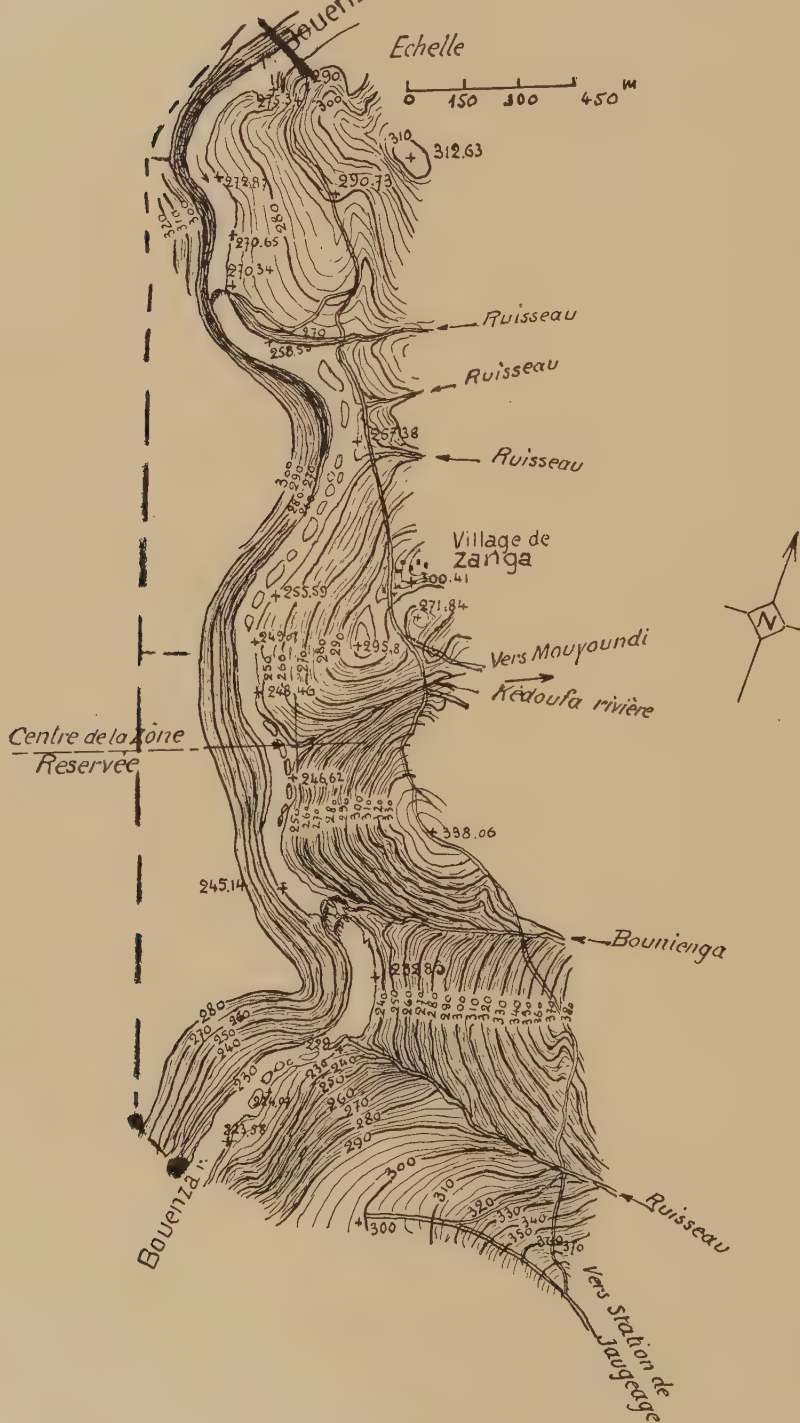


FIG. 48.

rivière a d'abord une direction N.-S., puis s'infléchit brusquement dans les 67 derniers kilomètres de son cours pour prendre une direction N. E.-S. O.

Dans son cours supérieur, la Louessé présente une série de chutes et de rapides : une chute verticale de 36 mètres a été relevée près de Sibakala. Cette partie du cours, près de Moukami, est couverte de grandes forêts et est très peu connue. A Moutamba, quelques centaines de mètres avant le confluent de la Loubama qui se jette dans la Louessé par une chute verticale de 90 mètres, la Louessé présente des rapides peu importants ; mais quelques kilomètres plus loin, à Ibabanga, la rivière se sépare en deux bras et forme une chute verticale très importante d'environ 57 mètres. Cette région est couverte de grandes forêts et est très accidentée. En aval, la Louessé reprend un cours tranquille et se jette dans le Niari à l'altitude de 70 mètres près de Makabana.

Études du régime hydraulique. — *a) NIVEAUX.* — Des échelles d'étiage ont été posées en divers points, mais il n'a pas été possible d'assurer des lectures régulières dans cette région où n'habite aucun Européen. Nous avons noté, cependant, la trace des plus hautes eaux observées à nos divers passages.

b) MESURES DES DÉBITS. — Des jaugeages ont pu être effectués, soit sur la Louessé elle-même, soit sur un de ses affluents, l'Itchibou. Les résultats ont donné 9 litres 5 par kilomètre carré de bassin versant à l'étiage, soit un débit de 52 mètres cubes-seconde pour un bassin versant de 4.480 kilomètres carrés à la station de jaugeage de Moutamba. Entre Moutamba et Ibabanga, la Louessé reçoit, comme affluents importants, la M'Poukou et la Lali, sur lesquels des jaugeages ont donné, à l'étiage, 32 mètres cubes-seconde pour la M'Poukou et 43 mètres cubes pour la Lali (bassin versant correspondant 2.720 et 4.148 kilomètres carrés). Si l'on ajoute le débit d'autres petits affluents on obtient 130 mètres cubes-seconde à l'étiage pour la Louessé à la chute d'Ibabanga.

c) PROFIL EN LONG. — La figure 4 montre comment se présente le profil en long de la Louessé. On remarque les caractères de rajeunissement de cette rivière. Nous n'avons pu, faute de connaissances sur les régions intermédiaires entre Louessé et Bouenza inexplorées, en tirer des renseignements sur les failles possibles et direction des grandes cassures.

d) ÉQUIPEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE. — Sous réserve d'étude géologique du terrain, un aménagement hydro-électrique de la chute Ibabanga serait possible pour une puissance maximum de 200.000 CV cor-

respondant à la dérivation du débit moyen de 350 mètres cubes par seconde (Pl. X).

Un barrage à l'amont de la chute, indiqué sur la planche, permettrait l'écoulement des crues très importantes par le bras rive gauche et un canal d'amenée aérien sur la rive droite aboutirait à une chambre de



FIG. 49.

mise en charge placée en A sur l'éperon rocheux ayant donné naissance à la chute. De là, partiraient les conduites forcées pour l'usine placée au bas de la chute en aval du confluent du ruisseau peu important figuré sur la figure 49.

Aménagement de la chute Sibakala. — Cette chute verticale de 37 mètres représentée sur la figure 44 se prêterait à un aménagement économique pour 140.000 CV bruts.

Aménagements de la Loubama (à son confluent avec la Louessé).
 — Nous signalons seulement cette très belle chute de 90 mètres mais à

Chute de la LOUBAMA

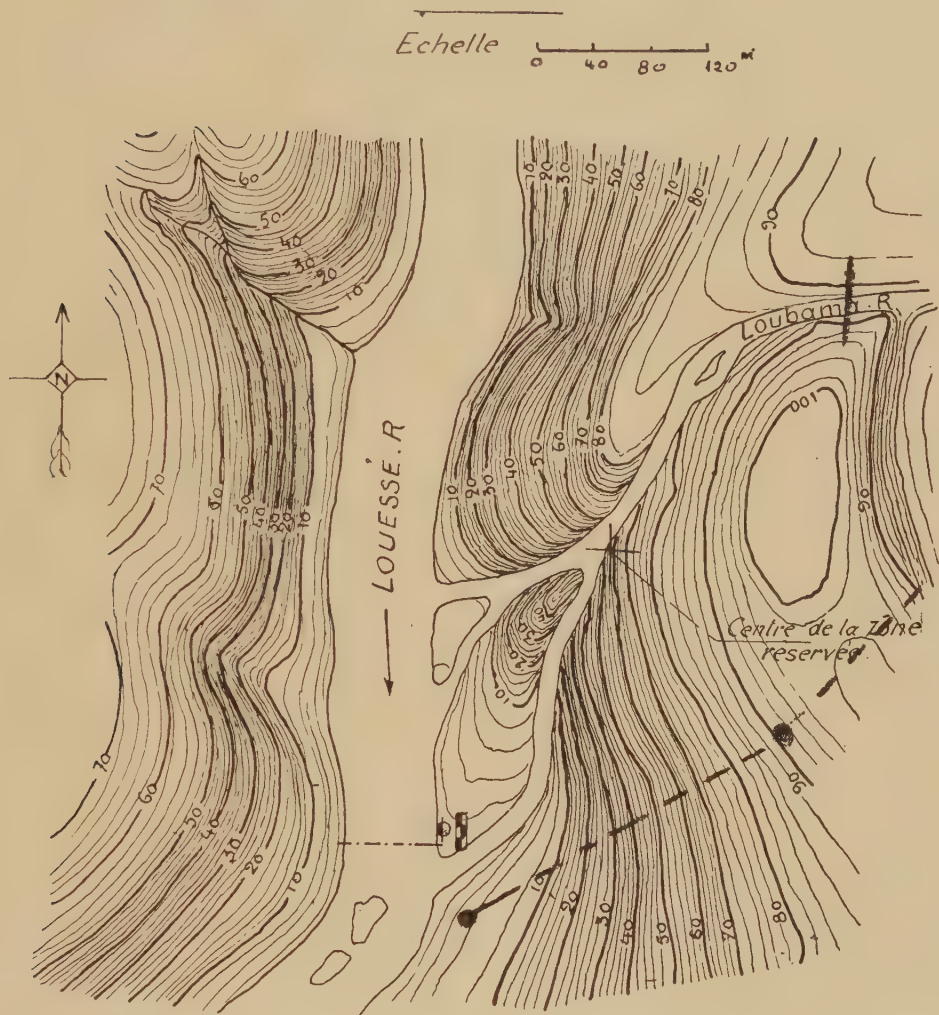


FIG. 50.

très faible débit : 4,9 mètres cubes-seconde pour un bassin versant de 478 kilomètres.

La puissance moyenne atteindrait 10.800 CV et l'installation pourrait être réalisée comme il est indiqué schématiquement sur la figure 50.

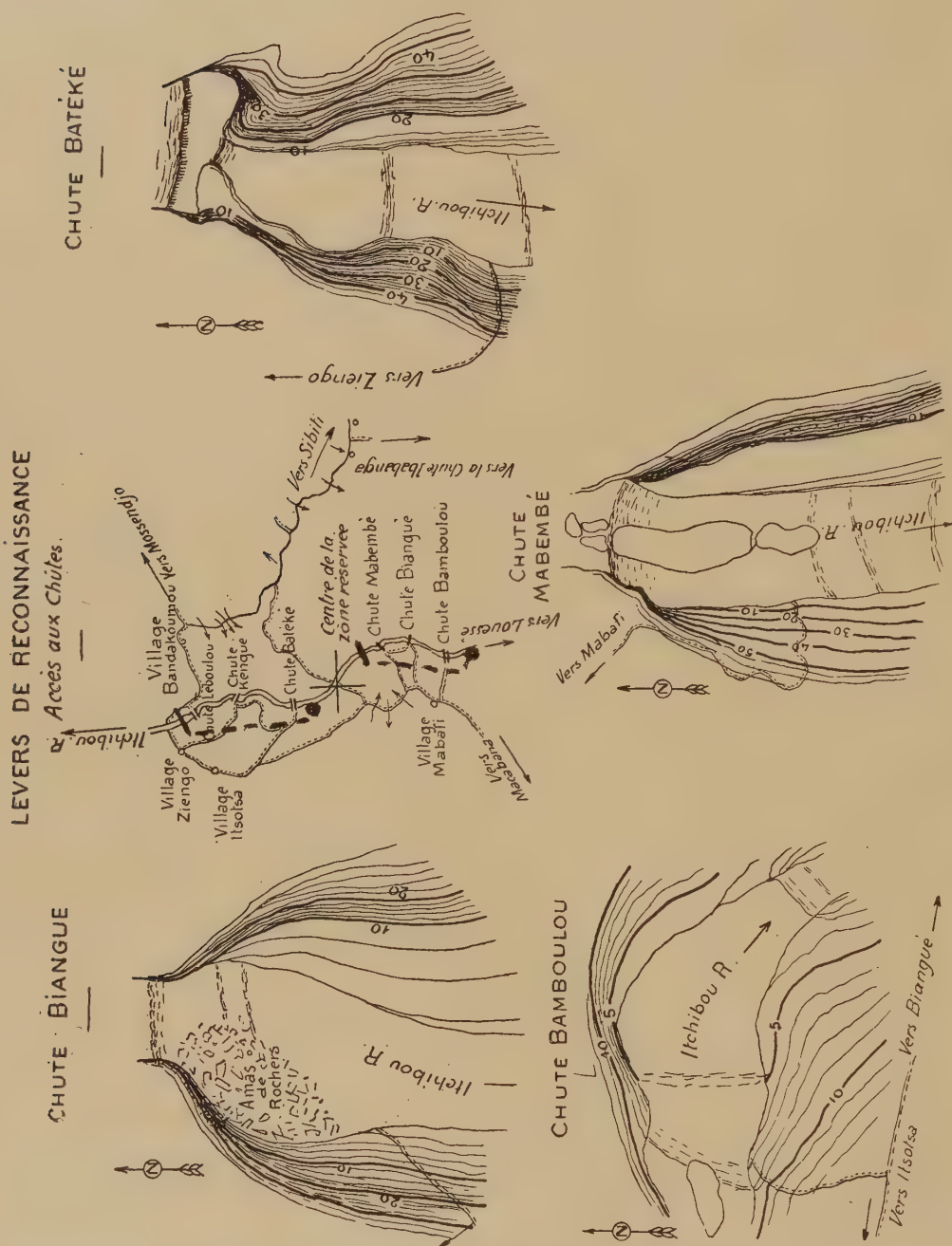


FIG. 51. — L'Itchibou, affluent rive droite de la Louesse, présente une succession de chûtes (au total 172 mètres). On remarquera les formes des chûtes Biangue, Bataké et Mabembé en forme de cirques.

RIVIÈRE ITCHIBOU

(Affluent rive droite de la Louessé.)

A. — **Description de la vallée.** — L'Ichibou prend sa source à peu de distance de la Louessé à une altitude de 555 mètres et la direction générale de son cours est sensiblement N. S. La superficie du bassin versant ne dépasse pas 1.134 kilomètres carrés.

A 18 kilomètres avant son confluent avec la Louessé, au croisement de la piste de Mossenjo à M'Tima, l'Ichibou coule encore à 285 mètres d'altitude. En aval de ce point, la rivière présente six chutes successives sur une longueur de 10 kilomètres :

1^o Chute Léboulou de 15 mètres ;

2^o Chute Kengé, rapide de 250 mètres de longueur, de 10 mètres de hauteur ;

3^o Chute Batéké de 44 mètres en deux parties, l'une de 34 et l'autre de 10 mètres ;

4^o Chute Mabendé, rapide de 120 mètres de long avec une dénivellée de 8 mètres ;

5^o Chute Biangué, chute verticale de 28 mètres de hauteur ;

6^o Chute Bamboulou, chute verticale de 44 mètres, suivie de rapides de 10 mètres.

Au total, la dénivellation est de 172 mètres et l'Ichibou se jette dans la Louessé à quelques kilomètres en aval à l'altitude de 91 mètres (fig. 51).

B. — **Étude du régime hydraulique et équipement possible.** —

Les jaugeages en période d'étiage ont donné 5 m³ 5 par seconde pour un bassin versant de 882 kilomètres carrés, ce qui correspond à un débit de 6 litres par kilomètre carré et par seconde.

Sous réserve d'études géologiques, on peut considérer qu'un aménagement total, soit 25.000 CV, sans aucun travail de régularisation, serait possible.

Sur la rive droite, en effet, le plateau n'est coupé par aucune vallée profonde d'affluents, tandis que sur la rive gauche, on en rencontre plusieurs.

Nous avons donné, sur la figure 51, à titre indicatif, la solution qui consiste à équiper séparément les deux groupes de trois chutes qui sont séparées par un bief calme de 3 kilomètres.



La Loenga à Boko.



Chute aval de la Foulakary.



Un affluent de la Loémé
dans le massif du Mayombe.

niveau monte de plusieurs mètres en quelques heures. En crue, elle charrie des troncs d'arbres énormes.

2° CLIMAT. — *Saisons*. — Elles se classent d'après le régime des pluies en :

Grande saison sèche de mai à octobre ;

Petite saison de pluies, d'octobre à décembre ;

Petite saison sèche, de décembre à février ;

Grande saison de pluies, de février à mai, ce qui fait apparaître déjà un décalage par rapport à la région des affluents du Moyen-Congo.

La grande saison sèche se termine en octobre au lieu de septembre.

La grande saison de pluies est retardée et ne commence qu'en février au lieu de janvier.

PLUIES. — A Mayumba, la moyenne des observations sur sept années donne une hauteur annuelle de pluies de 1 m. 790.

Sur la côte, à Loango, la quantité de pluies est un peu plus faible que dans le Mayombe. La moyenne pour trois années différentes est de 1 m. 530. Ces indications sont donc difficilement comparables ; nous les indiquons pour fixer un ordre de grandeur.

Plus au Sud, vers l'embouchure du Congo, à Banane, les pluies sont encore beaucoup plus faibles et la moyenne annuelle n'est que de 683 millimètres. Pour Boma, elle est de 827 millimètres.

A Pointe-Noire, la moyenne est supérieure à 1 mètre tandis que, dans la chaîne du Mayombe, à M'Vouti, elle est de 1 m. 40 et doit atteindre deux mètres dans certaines parties du massif.

Pendant la saison des pluies, les précipitations ont presque toujours lieu entre 17 et 22 heures, sous la forme de violents orages.

TEMPÉRATURE. — Pointe-Noire, sur l'Océan, jouit d'un climat maritime et la température n'y est pas très élevée à cause de la présence d'un courant froid venant des mers du Sud (courant du Benguela).

A Loengo, 20 kilomètres au Nord de Pointe-Noire, où les observations ont été faites régulièrement, la moyenne annuelle des maxima était de 28°7 en 1909 et la moyenne des minima, de 22°2.

A Mayumba, la moyenne, sur cinq ans, était de 28°8 pour les maxima, et de 21°9 pour les minima.

Les différences d'altitude les font, toutefois, varier de quelques degrés.

PRESSIONS. — Elle varie de 2 mm. 2 en saison de pluies à 3 mm. 9 en saison sèche, ce qui est conforme à ce que nous avons indiqué, d'une façon générale, plus haut.

VENTS. — La plus forte vitesse de vents observée a été de 9 mètres par seconde.

A Pointe-Noire, les vents dominants viennent du Sud, de septembre à janvier.

HYGROMÉTRIE. — A Pointe-Noire, la tension hygrométrique descend quelquefois jusqu'à 65 mm. 5 le matin au lever du soleil et à midi elle atteint 100 millimètres.

Nous ne possédons pas de chiffres pour les montagnes du Mayombe, mais les brouillards y sont très fréquents et durent une grande partie de la matinée.

NÉBULOSITÉ. — En saison sèche, le temps est souvent brumeux et couvert. Il arrive fréquemment que le soleil est invisible pendant toute la journée.

LE BASSIN DE LA LOÉMÉ AU POINT DE VUE ÉCONOMIQUE

Mouvement de la population. — La construction du chemin de fer « Brazzaville-Océan » a eu pour conséquence la création de centres européens près desquels se sont formées d'importantes agglomérations d'indigènes. Les principaux centres de la région sont :

Pointe-Noire, tête de ligne du Congo-Océan et Loango qui, sans être dans le bassin hydrographique de la Loémé, n'en sont qu'à quelques kilomètres.

Sur la ligne du chemin de fer : Mavouadi, M'Boukou, N'Sitou, M'Boulou et M'Vouti.

Loango a été longtemps le plus important des centres de la côte et c'est de là que partaient les caravanes se dirigeant vers l'intérieur. Une mission catholique, des commerçants et des fonctionnaires formaient une colonie d'environ 50 européens.

Cette cité perd chaque jour de son importance au profit de Pointe-Noire.

Futur grand port de la colonie, Pointe-Noire est la tête de ligne du Congo-Océan. En quelques années, une ville est sortie du sable et tous ces travaux ont donné une grande animation à la ville, qui comptait, en 1930, 200 européens et 8.000 indigènes. Nous n'avons pu avoir de renseignements précis sur la population actuelle qui dépasse 500 européens et 20.000 indigènes.

De grands travaux d'urbanisme ont été entrepris, une adduction d'eau est réalisée ; enfin, un grand port est construit. Les plus grands paquebots accostent, dès maintenant, aux quais.

Le port de Pointe-Noire est appelé à avoir un important mouvement. C'est par lui que passe tout le trafic de la colonie et, sans doute bientôt, une partie de celui du Congo Belge.

Richesses minières. — Toute la région en bordure de la voie ferrée a été l'objet de nombreuses tournées de prospection pendant les dernières années. La Compagnie des Mines de Mindouli a prospecté la région des monts Bamba et Kaba. Nous ne connaissons pas les résultats de ces études : il est, toutefois, à peu près certain que les roches primaires du Mayombe contiennent de nombreux minerais intéressants. Entre 1939 et 1944, de l'or a été trouvé en abondance dans tout le massif du Mayombe et le Gabon.

Agriculture. — **PALMIERS.** — On rencontre quelques palmiers dans la forêt qui couvre le Mayombe. Généralement, ces palmeraies marquent la place d'anciens villages.

Aucune plantation ni huilerie n'existe encore. Pourtant, le terrain est propice à cette culture et des plantations se créeront certainement le long de la voie ferrée.

FORÊT. — La grande forêt couvre toute la chaîne du Mayombe et elle est exploitée dans les abords immédiats de la voie ferrée.

CAFÉIERS. — Le caféier est cultivé par les Missions de Loango et du Bas-Kouilou et par quelques traitants dans les contreforts du Mayombe. Cette culture réussit très bien.

Voies de communication. — Le bassin de la Loémé est traversé de l'Ouest à l'Est par la ligne du chemin de fer à grand trafic (voie de 1 m. 06) reliant Pointe-Noire à Brazzaville.

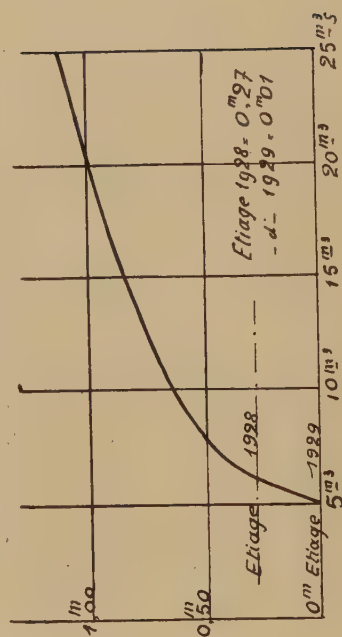
Description sommaire de la vallée. — La Loémé prend sa source à 355 mètres d'altitude. Son bassin de 3.795 kilomètres carrés couvre une partie de la chaîne du Mayombe et de la plaine côtière (Pl. XI).

Longue de 191 kilomètres, la rivière traverse, dans son cours supérieur, une région très boisée et très accidentée et son régime, dans toute cette partie, est torrentiel.

En aval de son confluent avec la Loufouyou, affluent rive gauche à 8 kilomètres de la voie ferrée, la Loémé coule entre des gorges profondes et son lit est encombré de blocs de rochers. Elle présente, sur cette partie, une dénivellée de 76 mètres sur 6 kilomètres.

A 8 km. 5 plus en aval, et à 80 kilomètres de son embouchure, la Loémé reçoit son affluent rive droite, la Loukénééné.

*Courbe des débits de la LOËME.
En fonction des hauteurs d'eau.*



LOEME.
Echelle d'étiage de Loufouyou.

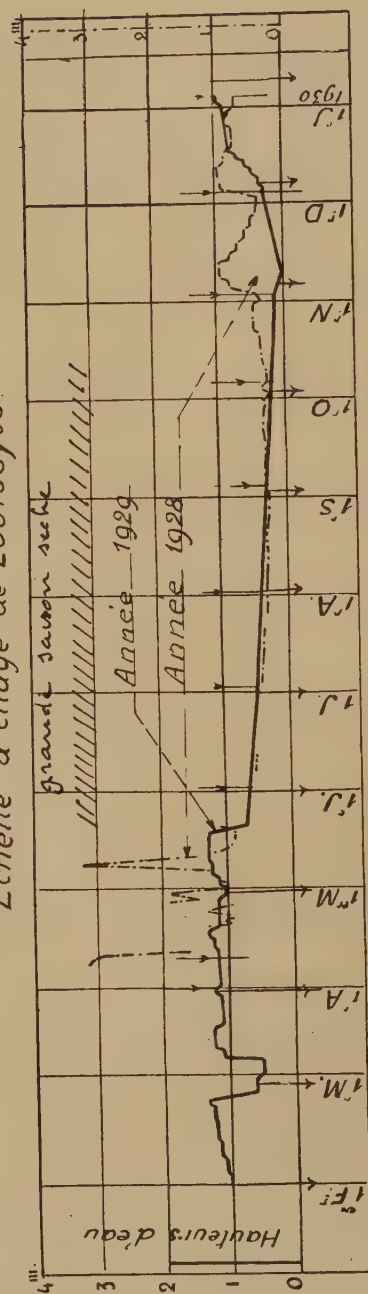


Fig. 53. — La partie hachurée indique les périodes sèches qui s'étendent de mai à octobre pour la grande saison sèche, de décembre à février pour la petite saison sèche souvent peu marquée. On notera l'allure des courbes de dérive correspondantes.

La courbe des débits correspond à la station de jaugeage au moulinet Richard, de Loufouyou.



Chute Ibabenga, sur la Louessé.



Photo A. E. C.

Mayombe. Vallée de la Loukénéne à son confluent avec la Loukoula.

Elle coule ensuite dans la plaine côtière. Son altitude n'est plus, à ce moment, que de 12 mètres, et elle est navigable aux petits vapeurs.

Près de son embouchure, la rivière traverse une lagune, le lac Cayo, de 20 kilomètres carrés de superficie.

On peut noter une dénivellation de 50 mètres entre deux points distants de 4 kilomètres en suivant le cours de la Loémé, mais de 1 km. 800 seulement à vol d'oiseau.

Régime hydraulique. — 1^o NIVEAUX. — Une station de jaugeage définitive a été installée un peu en aval du confluent de la Loufouyou avec la Loémé (Pl. XI).

2^o DÉBITS. — Les lectures d'échelles ont été faites soigneusement et sont reportées sur la figure 53. On remarquera le régime torrentiel de ce cours d'eau et les différences considérables entre les régimes de deux années consécutives. En 1928, deux crues très importantes, en avril et mai, et une avance des pluies en novembre-décembre par rapport à 1929.

Un certain nombre de jaugeages ont été exécutés au moulinet à différentes époques, étiage et saison des hautes eaux. On a pu ainsi, pour l'année 1927-1928, déduire la courbe des débits et adopter, comme débit d'étiage, 5,5 mètres cubes-seconde et, comme débit caractéristique moyen 12 mètres cubes-seconde (fig. 53).

3^o PROFIL EN LONG. — Le profil indiqué sur la figure 5 montre que la seule zone de forte pente est celle comprise entre les points km. 85 à 110 où la rivière coule entre des gorges profondes (Pl. X).

4^o AMÉNAGEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE POSSIBLE. — Il serait possible, sous réserve d'études complémentaires de la géologie de cette zone, de construire un barrage partant de la cote 76 jusqu'à la cote 145, ce qui donnerait une chute brute de 95 mètres, avec un canal d'amenée accroché au flanc de la montagne sur une longueur de 1.200 mètres environ (Pl. IX).

Le barrage serait placé à l'endroit où les gorges sont très resserrées, comme indiqué sur la figure 54.

L'usine serait placée sur la rive droite et le canal de fuite aboutirait à la cote + 50, au lieu dit « M'Vovo ».

Grâce à ce barrage, le débit pourrait être régularisé à 12 mètres cubes-seconde pendant douze heures par jour et durant toute l'année, ce qui représenterait une puissance de 12.000 CV.

Pendant six mois de l'année, grâce à une conduite forcée supplémentaire, la puissance utilisable serait :

Pendant six mois, saison sèche : 12 heures par jour, 12.000 CV ;



FIG. 54.

Pendant six mois, saison des pluies : 24 heures par jour, 14.200 CV.

La Loémé doit son importance à sa proximité du chemin de fer et, à ce fait qu'elle constitue la source de force hydraulique la plus importante et presque unique dans tout le massif sud du Mayombe.

CONCLUSIONS

Des descriptions succinctes ci-dessus, il ressort que la région du Moyen-Congo, située entre l'Océan Atlantique et le cours inférieur du fleuve Congo, appelée par sa situation et ses ressources à un développement économique plus rapide, est particulièrement riche en ressources hydro-électriques.

Nous retiendrons, en particulier, les chutes ci-après dont l'aménagement est particulièrement facile : Bassin du Congo (Chutes du Djoué et de la Foulakary) ; Bassin du Kouilou Niari (Chutes de la Bouenza et de la Louessé) ; Bassin de la Loémé (Barrage de Loufouyou).

Ces chutes fourniraient très largement la puissance nécessaire à l'électrification du chemin de fer Congo-Océan, à l'exploitation des mines et industries naissantes, au développement des grands centres de Brazzaville et de Pointe-Noire.

CHAPITRE IV

LES RESSOURCES EN ÉNERGIE HYDRO-ÉLECTRIQUE

1^o Caractéristiques géographiques favorables. — Nous avons cherché à faire ressortir, par le choix des études présentées ci-dessus, que l'ensemble de ces régions d'Afrique Équatoriale est extrêmement intéressant du point de vue hydraulique. On y trouve réunis, en effet, les éléments de pluviométrie très forte, d'opposition dans les saisons de régions assez voisines et de rajeunissement des profils en long des cours d'eau ; tous éléments qui, sous réserve d'études géologiques de détail, permettent des aménagements hydro-électriques particulièrement économiques.

En ce qui concerne le climat, l'abondance et la régularité des pluies dans la zone équatoriale, la forte végétation, tendent à régulariser le débit des cours d'eau et à assurer un débit d'étiage beaucoup plus élevé que dans nos pays d'Europe.

L'épaisse couverture de débris végétaux dans la zone forestière conserve une masse d'eau qui, n'étant pas évaporée, ni pompée par les racines, s'écoule dans le lit des cours d'eau après un temps plus ou moins long.

D'autre part, les profils en long des rivières présentent de nombreuses coupures verticales favorisant ainsi des installations très économiques grâce à la suppression de tout travail important du Génie Civil.

2^o Importance des ressources. — Nous avons indiqué dans la liste ci-après les principales chutes connues et qui ne représentent, nous nous hâtons de le dire, qu'une infime partie de l'ensemble des ressources de l'Afrique Équatoriale Française.

LISTE

des chutes étudiées sur le territoire de l'Afrique Équatoriale Française.

Sur un total de 108 chutes importantes recensées en 1935, en A. É. F., nous citerons celles que nous avons découvertes et étudiées en détail (levé topographique et mesures de débits). Les puissances indiquées sont des valeurs correspondant au débit moyen.

BASSIN DE LA NOYA

Rivière peu importante. Petites chutes et rapides de puissances variant de 400 à 1.600 CV.

BASSIN DU CONGO

Como et Founane (affluent rive droite du Como) :

Importants défilés, chutes et rapides.

M'Bei (gros affluent rive droite du Como) :

Chutes de Kinguelé, 42, 8 et 35 mètres. L'ensemble présente 102 mètres de dénivellée entre deux points distants de 900 mètres 45.000 CV

Autres séries de rapides, en aval des chutes de Kinguelé, 50 mètres sur plusieurs kilomètres 22.000 CV

Chute de Tchimbélé..... 10.000 CV

Binguil Goegne (affluent rive droite de la M'Bei) :

Plusieurs chutes et rapides de 400 à 2.200 CV.

Nombreuses autres chutes et rapides non étudiés sur les rivières du bassin du Como.

BASSIN DE L'OGOUÉ

La plupart des affluents de l'Ogoué et l'Ogoué lui-même présentent des chutes ou des rapides fort importants que nous n'avons pu étudier (Pl. I-III).

Haut-Ogoué :

Chute Lebondé.

Chute N'Guénié.

Chute Pounbara et rapides, dénivellée 80 mètres sur 4 à 5 kilomètres.

Chute Mopoko.

Rapides Bangania.

Djourné (affluent rive droite Ogoué) :

Chute de 15 mètres.

Le Kabi (affluent rive droite Ogoué) :

Chute Agouma.

Sobé (affluent rive droite Ogoué) :

Chute Doumé, nombreux rapides.

Moyen-Ogoué :

Chute Doumé et rapides.

Chute de Boué et rapides, 8 à 10 mètres.

Rapides Bondji.

Rapides Bangania, etc...

Affluents rive gauche du Moyen-Ogoué :

Tous ces affluents sont parsemés de chutes et de rapides importants, dont certains sont connus. Citons les rivières principales :

Lékéli, Lolo, Ofoué, Lelédi, Lébé, M'Boumi, N'Gounié (voir ci-après).

Affluents rive droite du Moyen-Ogoué (non étudié) :

Lassio

Dilo

Ivindo (voir ci-après).

Okano, nombreuses chutes et rapides.

Missanga, chute de 40 mètres et rapides.

Abanga, très importante chute de 10 à 30 mètres.

BASSIN DE L'IVINDO

Le Bas-Livindo dénivelle de 260 mètres environ avant de se jeter dans l'Ogoué par une impressionnante série de chutes dont la puissance globale régularisée dépasse 3×10^6 CV.

Chute de Kongué	45 mètres
Seuil	7 —
Cataracte Mingouli	52 —
Série de rapides	12 —
Cataracte Kouagia-Mangoya	35 —
Série de rapides	10 —
Chute Mikouma	12 —
Rapides et chutes Minpinji	12 —
Chute Tchengué-Lélédi	20 —
Rapide Mingoué.....	3 —

Chutes et rapides sur ses affluents, en particulier sur le M'Voung (rive droite) et le Mouniangui (rive gauche).

BASSIN DE LA N'GOUNIÉ

Chute de Fougamou à Samba, 50 mètres environ de dénivellée sur 30 kilomètres, étiage de 100 mètres cubes/seconde. En particulier :

Chute et rapides de Nagossi, 8 mètres 22.500 CV

Grande chute de Fougamou, 20 mètres sur 900 mètres de longueur..... 50.000 CV

Seuil de Labo (Haute-N'Gounié)..... 5.000 CV

Autres chutes importantes (non étudiées) sur divers affluents de la rive droite de la N'Gounié : Ikoï Ogoulou, Oano et sur la Haute-N'Gounié.

BASSIN DE LA NYANGA

Gorge de la Basse-Nyanga, quelques chutes de faible importance..... 4.500 CV

Défilé de Mitoungou, 70 mètres sur 7 kilomètres.... 70.000 CV

Chute Mouwounga, 8 mètres 5.000 CV

Rapides Mouvelou, 20 mètres 10.000 CV

Rapides Bataba, 20 mètres..... 10.000 CV

Louatsitsi (affluent rive gauche Haute-Nyanga), 1 chute 27 mètres. Diverses autres chutes.....	1.000 CV
Louambitchi (affluent rive droite Haute-Nyanga). Chute M'Bari et rapides, 32 mètres.....	8.000 CV
Nombreuses autres chutes non étudiées sur la Haute Nyanga et la Louambitchi.	
Moukalaba (affluent rive droite Basse-Nyanga). Chute de Liroungou, 50 mètres	1.000 CV

BASSIN DU KOUILOU-NIARI

Le Kouilou-Niari, navigable sur de longues portions de son cours, est coupé de rapides infranchissables.

Ces rapides sont peu susceptibles d'être équipés économiquement. Notons cependant :

Les rapides de Koussounda, sur le Bas-Kouilou et dont un aménagement convenable permettrait de tirer 40.000 CV.

Chute de 30 mètres non étudiée sur le Haut-Niari.

Affluents rive gauche du Kouilou-Niari :

Nombreuses chutes ou séries de rapides peu importants (600 à 1.600 HP), difficilement utilisables par suite du caractère torrentiel des affluents.

Affluents rive droite du Kouilou-Niari :

La plupart de ces affluents présentent des chutes intéressantes.

BASSIN DE LA BOUENZA

La Bouenza, régularisée sur une longueur développée d'environ 20 kilomètres (dénivellée totale près de 250 mètres, dont 175 sur 8,5 km. de rivière), serait susceptible de fournir une puissance totale d'environ 400.000 CV.

Chute de N'Gakondé et rapides, 18 mètres	29.700 CV
Rapides Mousségoué	10.700 CV
Rapides d'Itsélé	18.600 CV
Rapides Lengué-Lakandzi.....	7.700 CV
Chute Ikélé-Makondo.....	12.300 CV
Rapides de Moukougoulou	24.700 CV
Chute Moukougoulou, 63 m. 50, 60 m ³ /sec.....	104.300 CV
Chute Mokassi-Moukougoulou et rapides	42.000 CV
Rapides Makondo-Mabenga.....	9.300 CV
Rapides Mouhingué	9.600 CV
Chute de Zanga et rapides	99.000 CV
Leloulou (affluent rive gauche Bouenza) 130 mètres.	11.700 CV
Louatil (affluent rive gauche Bouenza), 65 mètres ..	1.050 CV

BASSIN DE LA LOUESSÉ

Louessé (affluent rive droite du Kouilou) :

Chute Moundaraga, 36 mètres.....	36.000 CV
Chute Ibabanga, 57 mètres.....	200.000 CV
Chute Moutamba, 1,5.	

Itchibou (affluent rive droite Louessé) :

Chute Léloulou, 16 mètres	2.550 CV
Chute Kengué, 10 mètres	1.650 CV
Chute Batéké, 44 mètres	7.350 CV
Chute Mabembé, 8 mètres	1.350 CV
Chute Biangué, 28 mètres	4.650 CV
Chute Bamboulou, 56 mètres	9.000 CV

Loubama (affluent rive gauche Louessé) :

Chute, 90 mètres	13.200 CV
------------------------	-----------

BASSIN DE LA LOÉMÉ

Sur la Loémé et ses affluents, nombreuses chutes de 200 à 1.200 :

Gorges de la Loémé, 55 mètres de dénivellée, 5 m ³ 5.	12.000 CV
2 autres séries de rapides, l'une sur la Loémé.....	2.000 CV
l'autre sur la Loufouyou (affluent rive gauche Loémé)	2.000 CV

BASSIN DU BAS-CONGO

De Brazzaville à l'Océan, le Congo dénivelle de 200 mètres sur un parcours de 400 kilomètres.

La puissance hydraulique qu'il serait possible d'aménager sur cette partie de son cours est comprise entre 90 et 180 × 10⁶ CV.

Listes des principaux rapides rencontrés en partant de Brazzaville, en territoire français :

Rapides de Kintamo	30 m. sur 3 km.
Rapides de Kilulu	10 m. sur 2 km.
Rapides Lady Alice	2 m. sur 1 km.
Rapides Zabi	2 m.
Rapides Moua	3 m.
Rapides Zinga.	
Rapides Belo.	
Rapides de Gourou.	
Rapides de Kilanga.	
Rapides Pakabende.....	10 m. sur 4 km.
Rapides Beza	2 m. sur 0 km. 8
Rapides de N'Koulou.	
Rapides Makoumbi.	
Rapides Mansaou	2 m. sur 0 km. 8
Rapides Malemba	4 m. sur 1 km.
Rapides N'Tomba-Mataka	8 m. sur 0 km. 4
Affluents du Bas-Congo (rive droite du territoire français) :	
Manpoumou rapides	5.000 CV
Djiri, barrage 7 mètres	3.500 CV
Djoué, rapides 10,5 à 15 mètres.....	15 à 22.000 CV
Madzia (affluent rive droite du Djoué) :	
6 chutes ou rapides	2.000 CV
Fouloukary, chute Tadi, 18 mètres.....	2.000 CV
Rapide Kinkala, 1 m. 5	200 CV
Rapide Bivounou, 4 mètres	700 CV
Rapide Mangana, 3 mètres	600 CV
Chutes de Kimpanzou, 128 mètres	70.400 CV

M'Voula (affluent rive gauche Foulakary) :

Chute de Kimpanzou, 35 mètres	700 CV
Louvoubie, chutes et rapides, 160 mètres ...	3.200 CV
Loukoulousie, chutes et rapides, 258 mètres .	1.800 CV
Loenga, chutes supérieures, 91 mètres	700 CV
Loenga, chutes inférieures, 118 mètres.....	2.600 CV
Loumo (affluent rive droite Loenga), 150 mètres	1.500 CV
N'Goma (affluent rive droite Loumo), 150 mètres	350 CV
Tchimba (affluent rive droite Loumo), 200 mètres	400 CV
Loufou, 126 mètres.....	1.800 CV

BASSIN DU MOYEN-CONGO

On trouve des chutes dans la Haute-Léfini et la Haute-Alima (non prospectées).

N'Goko (affluent rive droite de la Sanga) :

Chute Cholet.
Chute Carnap.

Haute-Sanga :

Chute de Djoumbe sur le Mambere.
Chutes et rapides de Doko sur le Kadei.

Lobaye :

Chute de Loko et rapides.

BASSIN DE L'OUBANGUI-M'BOMOU

Le M'Bomou (Haut-Oubangui), peu aménageable, présente les rapides suivants :

Rapides de Baguesse.
Rapides de N'Goufarou.
Rapides Hanssens.
Rapides de l'Éléphant.
Rapides de Longo.

Affluent rive droite de l'Oubangui-M'Bomou :

Koto :

Chute M'Boutou, 15 mètres.
Chute Bambi, 3 mètres.
Chute Gourou, 8 mètres.
Chute Serembala.
Chute Kembe, 15 mètres..... 50.000 CV

Boungou (affluent rive droite Koto) :

Chute Sokoro.
Ouaka, chute Baiou, 6 mètres 12.000 CV || N'Guitto, chute de Bangui, 230 mètres | 250 CV |
| M'Poko, chute. | |

M'Bali (affluent rive droite de la M'Poko) :

Chute amont et rapides, 36 mètres 30.000 CV || Chute aval, 55 mètres | 40.000 CV |

M'Bi (affluent rive droite M'Bali) :

Chute et rapides, 57 mètres 15.000 CV |

(Pl. II-III-IV-V-VI.)

BASSIN DU CHARI

<i>Nana</i> (affluent rive gauche du Grinbingui) :	
Série de rapides, 25 mètres.....	1.200 CV
<i>Ouam</i> (affluent rive gauche du Bahr-Sara) :	
Chutes de Bobo, 20 mètres.	
<i>Lim</i> (affluent rive droite du Logone occidental) :	
Chutes de 150 mètres.	

On voit ainsi que dans presque toutes les régions susceptibles d'un développement industriel (exploitation industrielle, distribution d'électricité des villes, électrification de chemins de fer) il est possible de trouver à une assez faible distance toute l'énergie hydraulique nécessaire. La satisfaction des besoins locaux est donc assurée.

* * *

Deux régions doivent toutefois être mentionnées spécialement car elles représentent des sources d'énergie si considérables que l'utilisation locale ne paraît pas pouvoir être envisagée. Ce sont les régions du Gabon et Sud-Cameroun, d'une part, et du Bas-Congo, d'autre part.

L'une, le Gabon et Sud-Cameroun, est entièrement française;

L'autre, le Bas-Congo, est pour la plus grande partie belge mais appartient pourtant sur une assez grande distance par moitié à la France qui ne peut ainsi s'en désintéresser.

1° **Le Gabon.** — **LE SUD-CAMEROUN ET LE MOYEN-CONGO.** — La reconnaissance rapide que nous avons faite jointe aux indications et études des voyageurs qui nous ont précédés donnent une idée de l'importance des ressources hydrauliques de cette région.

Ceci est dû à la réunion d'un certain nombre de causes favorables que nous nous proposons de passer en revue.

a) Facteurs favorables dus à la géologie et à la géographie physique. — La disposition du relief du Gabon fait que les principaux cours d'eau : Ivindo, Ogoué, N'Gounié, dont le débit est important présentent de très grandes dénivellations sur le rebord du plateau à des distances peu importantes de la mer, en des points où les bassins versants et par suite les débits sont importants.

b) Facteurs dus aux climats. — Le bassin de l'Ogoué, fleuve principal du Gabon qui reçoit la Livindo (à droite) et la N'Gounié (à gauche), se trouve à peu près également de part et d'autre de l'Équateur.

Sa situation au voisinage de l'Océan Atlantique contribue, pour une part, à donner au régime des pluies les caractéristiques de régularité et d'intensité telles que les débits d'étiage restent suffisamment élevés.

BASSIN DE L'OGOUE ET DE SES AFFLUENTS

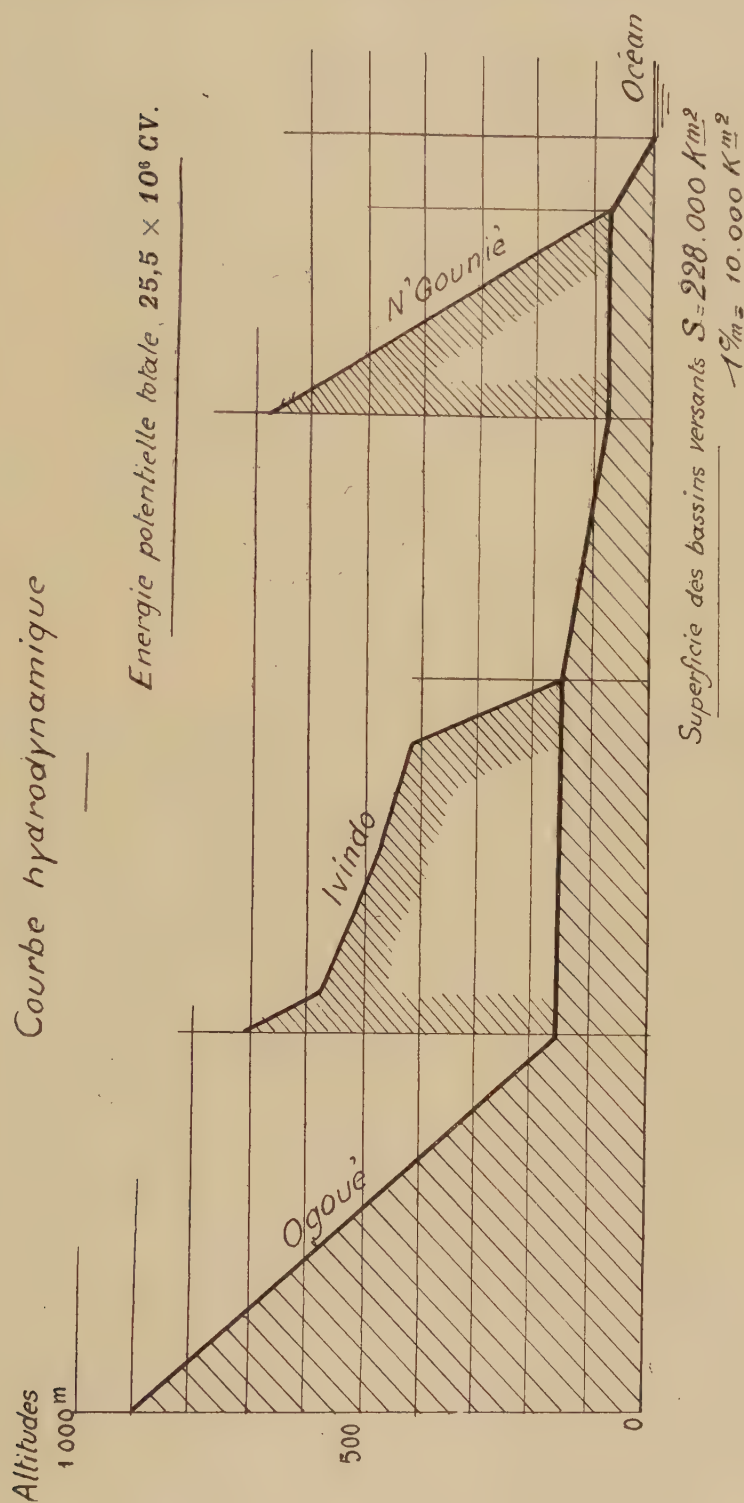


FIG. 55.

D'autre part, le débit moyen se maintient sur une plus large période de l'année que dans les autres régions.

Compte tenu des débits observés dans les bassins voisins et qui sont indiqués au tableau nous nous baserons sur les chiffres approchés ci-après.

Pour le Gabon où les pluies annuelles sont de l'ordre de 2 mètres, nous adopterons :

12 litres par kilomètre carré du bassin versant et 30 litres pour le débit à l'étiage moyen.

Pour les rivières du Sud-Cameroun, nous admettrons 1 m. 60 de pluie. — Débit d'étiage 10 litres par kilomètre carré. — Débit moyen 20 litres.

Pour les petits fleuves côtiers du Sud-Ouest du Gabon, nous prendrons le chiffre de 1 m. 50 pour les pluies, 8 à 10 litres par kilomètre carré pour le débit d'étiage, 20 litres pour le débit moyen.

Ces chiffres sont, à notre avis, des *minima* : ils tiennent compte du régime des pluies, de leur répartition, de la couverture végétale et du caractère torrentiel ou non des cours d'eau.

Un calcul approché déterminé par les superficies des bassins versants à diverses altitudes et les débits moyens par kilomètre carré de bassin versant pourront ainsi nous servir à donner une idée très approximative des puissances mises en jeu. Ce calcul a été fait d'abord pour le bassin de l'Ogoué dont nous donnons, ci-contre, la courbe hydrodynamique, puis pour les autres bassins importants voisins (fig. 55).

Ressources hydroélectriques du Gabon, du Moyen-Congo et du Bas-Cameroun.

1° LE GABON

Débit d'étiage : 12 litres. Pluie : 2 mètres.

Débit moyen : 30 litres > 200 jours par an.

2° BASSIN DE L'OGOUÉ

Superficies	Haut-Ogoué	68.000
—	Ivindo	64.000
—	Moyen-Ogoué	46.000
—	N'Gounié	37.000
—	Bas-Ogoué	13.000
		228.000

Graphique résultant de la courbe hydrodynamique basée sur la connaissance des altitudes figurant en ordonnées et des superficies de bassins versants reportées en abscisses (fig. 55).

La superficie hachurée soit :



Mesures de vitesses de courant sur le Congo
(Port de Brazzaville).



Station de jaugeage de Loufouyou, sur la Loémé (Mayombe).

$$S = 85 \text{ centimètres carrés}$$

est proportionnelle à la puissance théorique disponible.

A l'échelle de 1 centimètre carré :

$$10.000 \text{ kilomètres carrés} \times 100 \text{ m.} \times 30 \text{ litres} = 300.000 \text{ CV.}$$

Par suite la puissance hydraulique totale serait de l'ordre de 25.000.000 CV.

Des calculs analogues pour les autres bassins donnent :

Nyanga	$S = 25.000 \text{ km}^2$	On prendra pour les pluies : 1 m. 50.
Kouilou.....	60.000 —	Débit d'étiage : 8 à 10 litres.
Loémé	4.000 —	Débit moyen : 20 litres.
	<u>89.000 km²</u>	

$$89.000 \left\{ \begin{array}{l} 30.000 \times 500 \text{ mètres.} \\ 30.000 \times 200 \text{ —} \\ 29.000 \times 100 \text{ —} \end{array} \right.$$

$$4.780.000 \text{ CV.}$$

<i>Sanaga</i> : 146.000 km ² , 120.000 — 650	Pluies : 1 m. 60.
26.000 — 300	Débit d'étiage : 10 litres.
	Débit moyen : 20 litres.

$$17.160.000 \text{ CV.}$$

Nyong	30.500 km ²
N'Kom	29.700 —
Como	10.000 —

$$5.400.000 \text{ CV.}$$

<i>Dja supérieur</i> : 41.000 km ² , 25.000 — 350
16.000 — 180

$$2.230.000 \text{ CV.}$$

Récapitulation.

	P. THÉORIQUE	P. PRATIQUE	P. FACILEMENT AMÉNAGEABLE
		1/5	1/10
Bassin Ogoué	25.500.000 CV	5.100.000 CV	2.550.000 CV
— Nyanga	4.700.000	940.000	470.000
— Kouilou.....			
— Loémé			
— Sanaga	17.000.000	3.400.000	1.700.000
— Nyong	5.400.000	1.080.000	540.000
— N'Kom.....			
— Como			
Dja supérieur	2.200.000	440.000	220.000
	<u>54.800.000 CV</u>	<u>10.960.000 CV</u>	<u>5.480.000 CV</u>

RESSOURCES HYDRO-ELECTRIQUES DU GABON, DU MOYEN-CONGO ET BAS-CAMEROUN

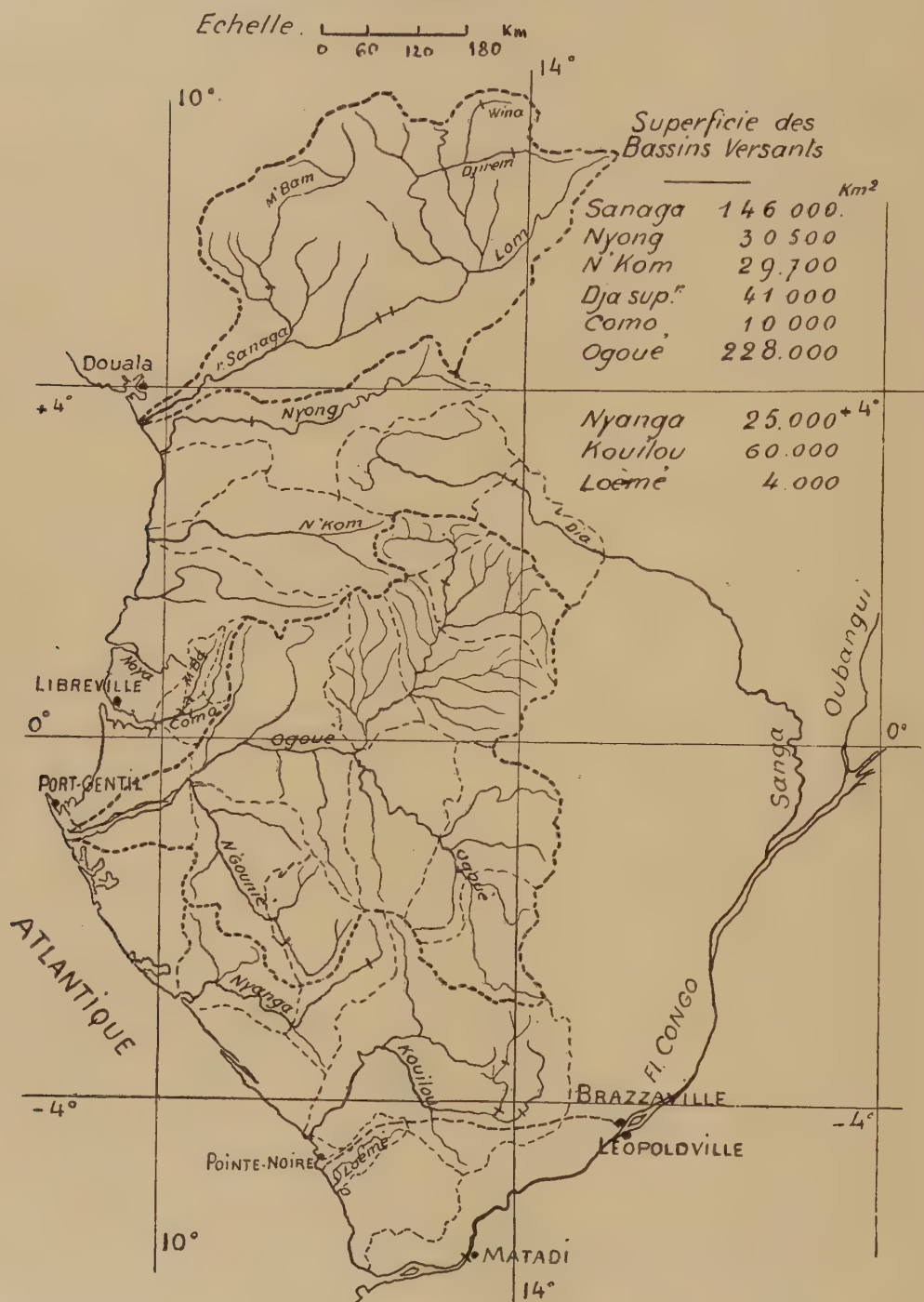


FIG. 56. — Carte montrant la répartition des principaux bassins versants des fleuves du Bas-Cameroun et du Gabon.

La carte de la figure 56 montre la disposition des principaux bassins versants des cours d'eau mentionnés ci-dessus.

Ces chiffres considérables se rapprochent des chiffres présentés dans une statistique des forces hydrauliques dans le monde publiée par le *Geological Survey* en 1926 (1), celle-ci indiquait, en effet, pour l'ensemble du Cameroun Français 13 millions de CV et pour le Gabon 25 millions de CV.

Statistique des forces hydrauliques dans le monde, publiée par le
Geological Survey (1926).

PAYS	PUISSANCE en milliers de CV		PAYS	PUISSANCE en milliers de CV	
	utilisée	totale disponible		utilisée	totale disponible
EUROPE					
France	2.300	5.400	Yougoslavie	130	3.000
Italie.....	2.300	3.800	Tchécoslovaquie ...	155	1.000
Norvège.....	1.900	9.500	Pologne.....	90	1.400
Suisse.....	1.850	2.500	Ukraine.....	40	425
Suède.....	1.350	8.000	Roumanie.....	30	1.600
Allemagne.....	1.100	2.000	Bulgarie.....	18	1.200
Espagne.....	1.000	4.000	Estonie.....	17	125
Autriche.....	325	1.660	Danemark.....	11	90
Angleterre.....	250	850	Portugal.....	10	300
Russie.....	230	3.000	Autres pays	23	6.500
Finlande.....	220	1.800			
Totaux approximatifs				13.100	58.000
AMÉRIQUE DU NORD					
États-Unis.....	11.721	35.000	Guatémala	4	1.500
Canada.....	4.556	18.225	Honduras	3	1.000
Mexique.....	300	6.000	Nicaragua.....	0,4	800
Alaska.....	43	1.000	Salvador	2,7	200
Terre Neuve	160	400	Panama.....	13,3	500
Costa Rica.....	15	1.000	Antilles	19,3	150
Totaux approximatifs				16.800	66.000
AMÉRIQUE DU SUD					
Argentine.....	25	5.000	Guyane.....	5,5	3.800
Bolivie.....	13,5	2.500	Pérou.....	55	4.000
Brésil.....	500	25.000	Uruguay.....	56	300
Chili.....	114	2.500	Vénézuéla.....	13	3.000
Colombie.....	25	4.000	Paraguay.....	0,2	2.000
Équateur.....	5,5	1.000			
Totaux approximatifs				750	64.000

(1) Article du *Génie Civil* du 17 mars 1928.

PAYS	PUISSANCE en milliers de CV		PAYS	PUISSANCE en milliers de CV	
	utilisée	totale disponible		utilisée	totale disponible
ASIE					
Japon	1.750	4.500	Siam et Malaisie....	4,5	4.000
Indes	200	27.000	Indochine	4,5	4.000
Chine	1,65	20.000	Afghanistan	2	500
Sibérie	90,8	8.000	Autres pays	18,8	1.700
Totaux approximatifs.....				2.100	69.000
OCÉANIE					
Nouvelle-Zélande....	60	2.500	Sumatra	20	2.000
Tasmanie.....	75	600	Australie.....	2	600
Java	60	700	Célèbes	0,5	1.000
Hawaï	25	100	Autres pays		9.000
Totaux approximatifs.....				250	17.000
AFRIQUE					
Algérie.....	0,13	200	Abyssinie	—	4.000
Maroc.....		300	Madagascar.....	—	5.000
Congo Belge	0,250	90.000	Libéria.....	—	4.000
Congo Français.....	—	35.000	Est-Africain Portu-		
Cameroun Français..	—	13.000	gais	—	3.700
Angola	44	4.000	Côte d'Ivoire, Daho-		
Nigeria et Cameroun			mey et Togo français	—	2.850
Anglais	—	9.000	Guinée Française...	—	2.000
Union Sud-Africaine.	5	1.600	Sierra Leone.....	—	1.700
Rhodésie	2,5	2.500	Côte d'Or et Togo		
Tanganika	0,8	2.700	Anglais	—	1.450
Est-Africain Britan-			Soudan français...	—	1.000
nique	0,9	4.700	Autres pays	8,88	1.000
Totaux approximatifs.....				14	190.000
Récapitulation.					
Europe.....	13.100	58.000	Asie.....	2.100	69.000
Amérique du Nord....	16.800	66.000	Afrique.....	14	190.000
Amérique du Sud.....	750	54.000	Océanie.....	240	17.000
Totaux approximatifs				33.000	454.000

2° **Le Bas-Congo.** — Dans la partie inférieure de son cours, le fleuve Congo sert de frontière entre le Congo Français et le Congo Belge sur 140 kilomètres entre Brazzaville et Manyanga.

Le fleuve descend de 287 mètres environ sur une distance de 325 kilomètres, ce qui représente une très forte pente (0,70 par kilomètre) qui se traduit par une succession de biefs calmes et de rapides que l'on peut décomposer comme suit :

Première section : Matadi, cote 20 à Isangila, cote 175 le fleuve mesure 100 kilomètres ; 4 chutes importantes :

Yelala, Inga, Goma, Isangila.

Pente moyenne du fleuve 0,00175 ; terrain cristallin ; chutes et rapides aux endroits où le fleuve traverse les rochers les plus durs.

Deuxième section : d'Isangila, cote 175 à Manyanga cote 195 ; longueur 125 kilomètres. Pente moyenne 0,0002. Zones de schistes et de calcaires.

Troisième section. — Manyanga, cote 195 au Stanley Pool, cote 287 ; longueur 150 kilomètres.

Chutes nombreuses.

Couche gréseuse et schisteuse pendant faiblement vers l'Est. Rapides : Tombo-Mataka, Maiemva, Pakabendi, Masesa-Moua, Lady Alice-Kinfumu, Kintamo-Kallulu. Pente moyenne 0,0006.

Le régime du fleuve est relativement stable et représente une sorte de moyenne entre les régimes des deux portions du bassin — un tiers dans l'hémisphère Nord et deux tiers dans l'hémisphère Sud.

Les débits mesurés ne varient guère que du simple au double soit de 26.700 à 55.000 mètres cubes par seconde.

On se trouve ainsi devant une région où sur les derniers 375 kilomètres de son cours, avant l'estuaire le fleuve Congo développe une puissance brute comprise entre 90 et 180×10^6 CV.

Cette puissance, si elle pouvait être aménagée en entier équivaldrait à l'énergie thermique de 680 à 1.215 millions de tonnes de charbon par an.

Or, la France est riveraine du fleuve entre Brazzaville à l'origine amont des rapides et Manyanga à 140 kilomètres en aval.

Il résulte, d'autre part, des différents traités que nous indiquons ci-après (1), que la frontière doit être considérée comme suivant la ligne médiane du lit du fleuve.

(1) Convention signée à Paris le 5 février 1885 fixant les limites entre les possessions de la France et les possessions de l'Association internationale du Congo.

...La rivière Chiloanga depuis l'Océan jusqu'à sa source la plus septentrionale.

La crête de partage des eaux du Niari-Kouilou et du Congo jusqu'au delà du méridien de Manyanga.

Une ligne à déterminer et qui suivant autant que possible une division naturelle du terrain aboutissant entre la station de Manyanga et la cataracte du Mtombo-Mataka en un point situé sur la partie navigable du fleuve.

Le Congo jusqu'au Stanley-Pool.

La ligne médiane du Stanley-Pool.

Le Congo jusqu'en un point à déterminer en amont de la rivière Licona Kundja.

Une ligne à déterminer depuis ce point jusqu'au 12° Est de Greenwich, en suivant autant que possible la ligne de partage des eaux de la Licona N'Kingja qui fait partie des possessions françaises.

Le 17° de longitude Est de Greenwich.

Déclaration signée à Paris le 5 février 1895, relative aux limites des possessions françaises et belges dans le Stanley-Pool.

Ligne médiane dans le Stanley-Pool jusqu'au point de contact de cette ligne avec l'île de Bamou.

La rive méridionale de cette île jusqu'à son extrémité orientale.

Il est donc bien certain qu'une partie assez importante de cette puissance intéresse la France et dans l'éventualité de l'utilisation de cette énergie des accords amiables seraient réalisés entre la France et la Belgique.

Soit compte tenu de la dénivellée de 114 mètres entre Brazzaville et Manyanga, la part propre de la France varierait entre 19 et 36×10^6 CV (Pl. VII-VIII).

Or, depuis longtemps déjà cette énorme puissance a attiré l'attention de nos amis belges.

Dès 1911, le capitaine belge THYS chargé d'étudier les possibilités d'électrification du chemin de fer belge de Matadi à Léopoldville avait été frappé de la puissance considérable du Congo et il avait envisagé la création de diverses zones industrielles susceptibles d'utiliser sur place l'énergie des principaux cours d'eau.

C'est ainsi qu'il envisageait une zone industrielle dans la région du Haut-Congo et du Katanga, l'aménagement d'une chute dans la région de Stanleyville, une troisième à l'embouchure du Congo.

A cette époque on ne pouvait guère envisager que des transports d'énergie à faible distance. Il considérait qu'un rayon de 350 kilomètres était un maximum pour longtemps si l'on voulait utiliser l'énergie de ces centres.

A la suite de ces études, le Colonel du Génie belge, Van DEUREN préconisait une utilisation plus complète du fleuve en vue, d'une part, d'assurer la production d'une grande quantité d'énergie hydro-électrique à bon marché qui aurait été utilisée dans des zones industrielles à créer sur place dans la région de Boma, à l'embouchure du fleuve (fig. 57).

Cette énergie était produite par des usines en relation avec 5 grands barrages (40 mètres de hauteur environ) qui aurait ainsi créé 5 biefs calmes dans lesquels la navigation de grands navires aurait été rendue possible.

Des écluses ou ascenseurs à bateaux auraient par la suite permis aux navires de haute mer de pénétrer à l'intérieur de l'immense bassin navigable du Congo.

Ensuite la ligne médiane du Pool.

Déclaration du 23 décembre 1908, réglant les limites des possessions françaises et belges dans le Stanley-Pool.

...Le territoire de l'île de Bamou est placé sous le régime de neutralité perpétuelle. Aucun établissement militaire ne pourra y être créé.

A la suite de ces propositions auxquelles le Roi des Belges lui-même s'était vivement intéressé un syndicat d'études fut créé. Des études sur place furent entreprises. Les conclusions générales de cette mission se trouvèrent ramenées, sans doute, par suite de l'impossibilité de trouver la pleine utilisation de cette énorme quantité d'énergie, à un projet beaucoup plus modeste caractérisé comme suit :

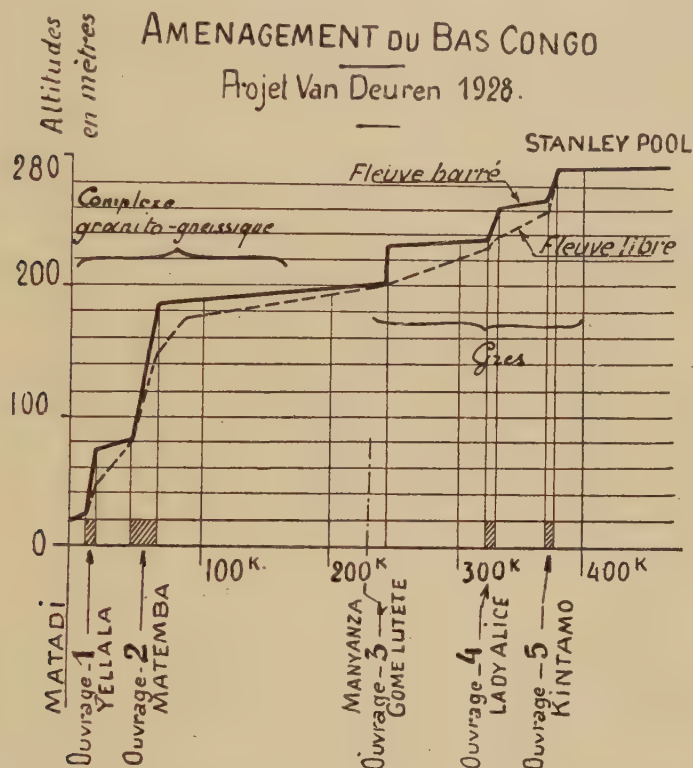


FIG. 57. — Les cinq grands barrages prévus dans le projet VAN DEUREN ont été indiqués sur ce graphique, ainsi que le niveau du fleuve libre. La nature des terrains a été reportée pour montrer que la zone des grès ne s'étend que sur la partie amont de la zone des cataractes.

Une partie des eaux du fleuve, dérivée dans la vallée de la Matamba, serait accumulée grâce à un barrage construit en aval. La chute complète, aménagée en ce point, atteindrait une hauteur de 95 mètres.

Un captage plus modeste pourrait être effectué au voisinage de Matamba, à la chute Sikila et permettrait d'utiliser une hauteur de chute de 40 mètres.

Nous n'avons pu savoir si une suite avait été donnée, depuis ces dernières années, aux réalisations envisagées par ce syndicat d'études. Nous pensons cependant qu'il faut insister sur un point particulier,

c'est que les énormes débits mis en jeu et la largeur du fleuve à l'endroit où devaient être exécutés les ouvrages, conduisaient à des travaux de génie civil de très grandes dimensions et, par suite, à des prix de revient du kilowatt installé probablement très supérieurs aux prix de revient des chutes plus modestes mais plus nombreuses qui pouvaient être équipées au Gabon ou au Cameroun.

Ainsi on se trouve en présence, dans cette partie Centre-Ouest de l'Afrique, de deux zones réservoirs considérables d'énergie hydroélectrique, l'une englobant le Gabon, le Sud-Cameroun et une partie du Moyen-Congo et entièrement française, puissance brute théorique disponible 55×10^6 CV ou 38×10^6 kilowatts correspondant à une production *annuelle* de 340 millions de tonnes de charbon (on admettra 1 kg. 500 de charbon par kilowatt-heure pour une utilisation de 6.000 heures), aménagement économique par suite des caractéristiques des chutes. Impossibilité de l'utilisation de cette puissance sur place sauf pour les besoins de quelques industries locales (pâte à papier, industries diverses en cas de découvertes de gisements miniers), difficulté de création de centres importants européens par suite des caractéristiques du climat équatorial.

D'autre part, dans la région du Bas-Congo puissance brute très supérieure 75 à 135×10^6 kilowatts-heure correspondant à 680 à 1.215 millions de tonnes annuelles de charbon, puissance *naturellement* régularisée mais d'aménagement extrêmement coûteux par suite de l'immensité des débits et de la largeur du fleuve.

Puissance *partiellement* française, difficultés d'utilisation sur place pour les mêmes raisons qu'au Gabon.

Les puissances du premier groupe plus facilement aménageables et dont l'équipement n'offre, dans l'état de la technique actuelle, aucune difficulté, pourraient, semble-t-il, sous réserve d'études complètes être utilisées très économiquement à concurrence de 1/10 de la puissance théorique, soit : $5,5 \times 10^6$ CV.



Chute de la Bouenza, près de Louboto.



Chute de la Kotto (Oubangui).

CHAPITRE V

VUES D'AVENIR

1° Contribution aux besoins mondiaux en énergie. — Devant les besoins en énergie, toujours croissants, on est en droit de se demander s'il ne serait pas possible de trouver une utilisation à ces énormes forces hydrauliques inemployées.

Quelle est la situation de la France en particulier, à ce point de vue ?

En 1939, sur une consommation mondiale de 530 milliards de kilowatts-heures, la part de la France n'était que de 19 milliards de kilowatts-heures correspondant à 4 millions de kilowatts installés avec un coefficient d'utilisation moyen de 5.000 heures.

Cette consommation se répartit principalement en :

- 2,6 milliards de kilowatts-heure pour la lumière et les usages domestiques ;
- 6 milliards de kilowatts-heure pour la force motrice ;
- 3,2 milliards de kilowatts-heure pour l'électro-métallurgie et l'électrochimie ;
- 1,2 milliard de kilowatts-heure pour les chemins de fer ;
- 1 milliard de kilowatts-heure pour les mines ;
- 1,6 milliard de kilowatts-heure pour la sidérurgie ;
- 2,8 milliards de kilowatts-heure pour les pertes en ligne.

Cette consommation, qui augmentait régulièrement de 5 à 10 % annuellement, n'a pu se développer librement pendant ces dernières années, mais il est à prévoir qu'un accroissement rapide se produira dès la fin des hostilités et que la consommation doublera dans les 10 ou 15 années à venir.

Par exemple, la consommation des États-Unis d'Amérique est passée de 166 milliards de kilowatts-heures en 1938 à 274 en 1943, l'accroissement ayant été dû surtout au développement des industries de guerre qui, de 84,9, est passé à 156,9 milliards de kilowatts-heure.

En ce qui concerne les pays de l'Ouest de l'Europe, certains sont dépourvus de charbon : Espagne, Italie, Suisse ; d'autres en sont bien pourvus : Grande-Bretagne, Belgique, mais tous devront faire face à des besoins rapidement croissants en énergie.

Enfin, la mise en valeur des territoires d'Afrique du Nord devra être précédée par un développement parallèle des sources d'énergie.

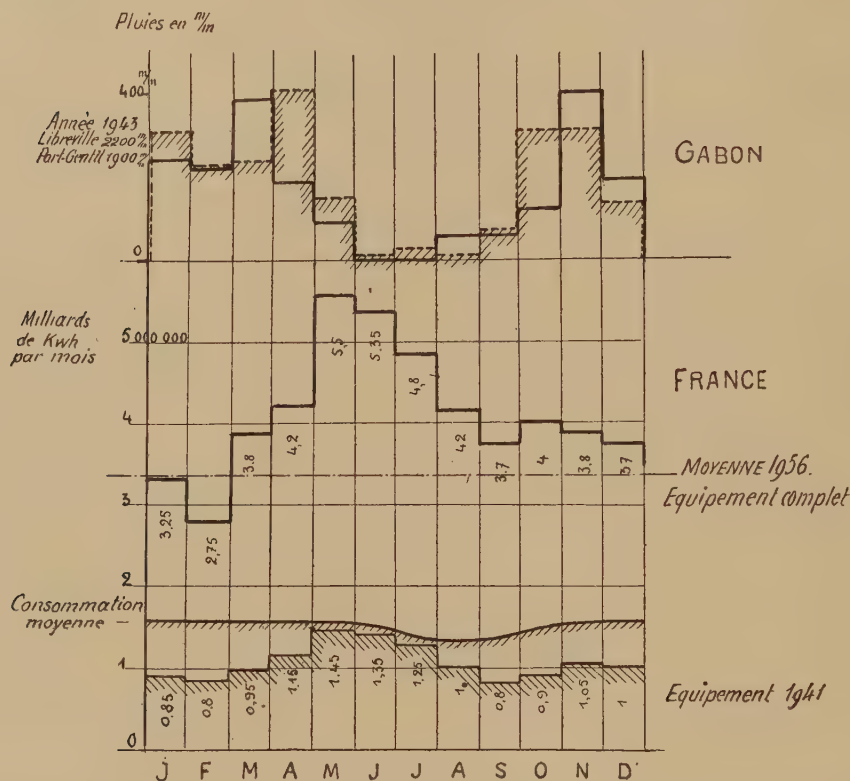


FIG. 58. — Comparaison entre les besoins d'énergie en France et les possibilités de production du Gabon.

L'ensemble de ces indications montre que dans l'avenir peu éloigné les divers pays et la France en particulier risquent de voir leur développement économique freiné ou même *paralysé* par suite du manque d'énergie électrique.

Les réserves de charbon jusqu'à 2.000 mètres sont évaluées à 5.055 milliards de tonnes (Europe seule 800 milliards) jusqu'à 1.200 mètres, les réserves sont seulement 29 % du total mondial.

Or, les réserves de l'Europe sont 16 % de celles du monde mais l'Europe extrait 57 % du charbon du monde. Il y a donc là un grave déséquilibre.

Pour la France, en particulier, qui n'a que de faibles ressources en charbon (50 millions de tonnes annuelles pour une consommation de 75 millions de tonnes) on ne peut espérer de salut que dans le développement de l'énergie hydro-électrique à moins de découvertes de gisements pétrolifères importants (Sud-Ouest de la France et colonies d'Afrique du Nord, Gabon, Madagascar où les indices sont intéressants). Or, l'énergie hydro-électrique utilisable économiquement en France est de l'ordre de 10 millions de chevaux correspondant à 60 milliards de kilowatts-heures sur lesquels 5 millions seront bientôt équipés car on a commencé naturellement par les chutes les plus faciles et les plus économiques à aménager. Cet équipement correspond à 30 ou 35 milliards de kilowatts-heure, soit notre consommation avant dix ans. On se trouvera donc, dans quelques années, en présence d'équipements hydrauliques possibles mais réservés jusqu'ici parce qu'ils étaient d'aménagement des plus onéreux.

Les graphiques (fig. 58 et 59) montrent que l'énergie d'origine hydraulique des zones du Gabon et Sud-Cameroun compenserait naturellement les besoins de la métropole.

En effet, la courbe moyenne de la consommation d'énergie électrique en France présente un minimum marqué pour les mois de juillet, août et septembre, alors que la production d'énergie dans les trois principales régions françaises présente :

Pour les Alpes un maximum en mai et juin, juillet et un minimum en février.

Pour les Pyrénées un maximum en juin et un minimum en février.

Pour le Massif Central un maximum en mars et un minimum en juillet, août et septembre.

On arrive ainsi à une totalisation des disponibilités hydro-électriques dont le maximum est aux mois de juin-juillet avec deux minima en février et en septembre.

Au Gabon, comme nous l'avons vu, la période de l'étiage des cours d'eau est assez courte et a lieu en juin, juillet et août.

Exemple : Chutes de pluies pour l'année 1943 à Libreville :

Janvier	304	Juillet	2,5
Février	236	Août	8,3
Mars	247	Septembre	72,2
Avril	405	Octobre	306,2
Mai	159	Novembre	315
Juin	0	Décembre	149,1

Ce qui fait un total de : 2.208 millimètres.

On voit ainsi que le minimum de consommation en France correspond au minimum de production possible au Gabon.

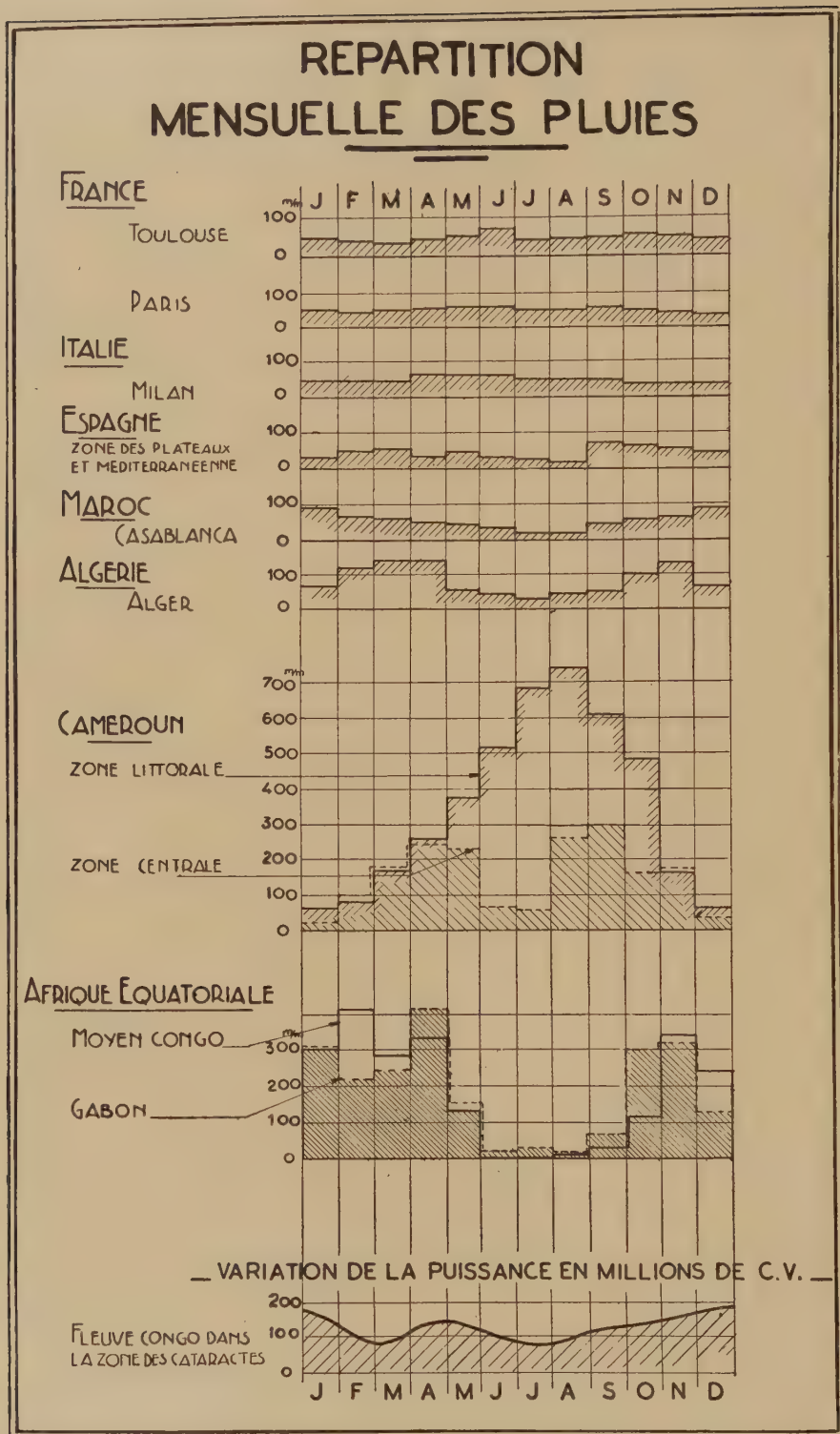


FIG. 59. — La répartition mensuelle des pluies du Cameroun et de l'Afrique Équatoriale Française est très différente de celle des pays de l'Ouest de l'Europe et d'Afrique du Nord. L'intensité de ces pluies est considérable (Cameroun 700 millimètres en août, Gabon 400 millimètres en avril). Une compensation naturelle d'énergie apparaît donc possible.

D'autre part, les périodes de maximum et de minimum de production hydro-électrique en France ne correspondent pas à celles du Gabon. Une certaine compensation naturelle semble donc possible ainsi que le montre la figure 59.

2° Transport des grandes puissances en courant continu de l'Afrique Équatoriale à l'ouest de l'Europe. — Dans ces conditions on est conduit à penser que si le transport de l'énergie de régions comme celle du Gabon ou même d'une partie du bas-Congo était techniquement possible, l'utilisation de cette énergie constante serait susceptible de transformer l'économie de notre pays, de l'Afrique du nord et dans une certaine mesure des divers pays voisins.

* * *

Ce transport est-il une simple vue de l'esprit ou peut-on considérer qu'avec les progrès de la science et de l'industrie électrique le transport d'une puissance de plusieurs millions de chevaux à 5 ou 6.000 kilomètres sera économiquement possible dans quelques années ?

A cette question nous pensons qu'il peut être raisonnablement répondu par l'affirmative quand on considère l'évolution de la technique du transport de l'énergie à distance pendant les 30 dernières années.

Dans ce domaine nous avons cherché à apprécier la situation actuelle et nous passerons rapidement en revue les études les plus récentes entreprises à ce sujet en nous excusant par avance pour certaines d'entre elles dont nous n'aurions pas eu connaissance.

M. R. LANGLOIS-BERTHELOT (1) estime que les transports d'énergie électrique utiliseraient pour les très grandes distances le courant continu, grâce à l'absence de pertes diélectriques qui permet d'atteindre 40 kilowolts de gradient de service, soit une valeur quatre fois plus élevée.

On peut ainsi utiliser des épaisseurs d'isolant pratiquement réalisables jusqu'à la tension de 600 kilowolts par rapport au sol, soit 1.200 kilowolts entre conducteurs avec l'emploi de câbles secs. Des transports de l'ordre de 750.000 kilowatts peuvent ainsi être envisagés à cette tension par une seule ligne avec une chute de tension et des pertes de 4 % pour 1.000 kilomètres, ce qui est très réduit.

Cependant des difficultés techniques ne peuvent être sous-estimées, mais elles pourront être résolues (complications dans la construction et l'exploitation des sous-stations).

(1) Communication sur le transport de l'énergie en courant continu haute tension 1942, Société des Ingénieurs Civils à Lyon.

Dans une autre étude (1) M. LANGLOIS BERTHELOT montre par l'exemple d'un cas concret du transport d'énergie en 2 blocs correspondant chacun à une puissance de 500 kilowatts à 400 kilomètres de distance que le courant continu permet de notables économies de matières.

Trois solutions sont envisagées :

- I. — 6 lignes à 220 kilovolts en courant triphasé
- II. — 2 lignes à 400 kilovolts en courant triphasé.
- III. — 2 lignes à 650 kilovolts en courant continu.

SOLUTION I

6 lignes à 220 kilovolts.

	Tonnes		Tonnes
Produits ferreux ...	62.025	Cuivre	66
Aluminium	7.900	Porcelaine	1.400

SOLUTION II

2 lignes à 400 kilovolts.

	Tonnes		Tonnes
Produits ferreux ...	33.735	Porcelaine	1.320
Aluminium	4.400	Huile	1.470
Cuivre	300		

SOLUTION III

1^o Lignes aériennes :

2 lignes à 650 kilovolts.

	Tonnes		Tonnes
Produits ferreux ...	29.650	Porcelaine	1.160
Aluminium	3.600	Huile	285
Cuivre.....	324		

2^o Lignes souterraines par câble :

	Tonnes		Tonnes
Produits ferreux ...	7.350	Huile	285
Aluminium	4.700	Papier	4.200
Cuivre	324	Mercure	5
Plomb	9.500	Graphite	60
Porcelaine	350		

Dans le même ordre d'idées, la Société Brown-Boveri a montré dans un graphique dont nous reproduisons l'essentiel (fig. 60) que dans l'hypothèse d'un transport d'énergie de 400.000 kilowatts à 1.300 kilomètres l'utilisation du courant continu conduit à des économies notables en particulier pour les lignes aériennes.

(1) Article de la *Revue Générale de l'Électricité*, Tome 52, n° 4.

La technique des mutateurs à vapeur de mercure a fait de tels progrès dans ces dernières années que, questions d'ordre économique mise à part, on peut théoriquement obtenir 400.000 volts continus par le groupement en série de 8 mutateurs de 20.000 kilowatts à 50.000 volts dans des con-

Comparaison des prix de transport de l'énergie électrique par courant alternatif et courant continu.

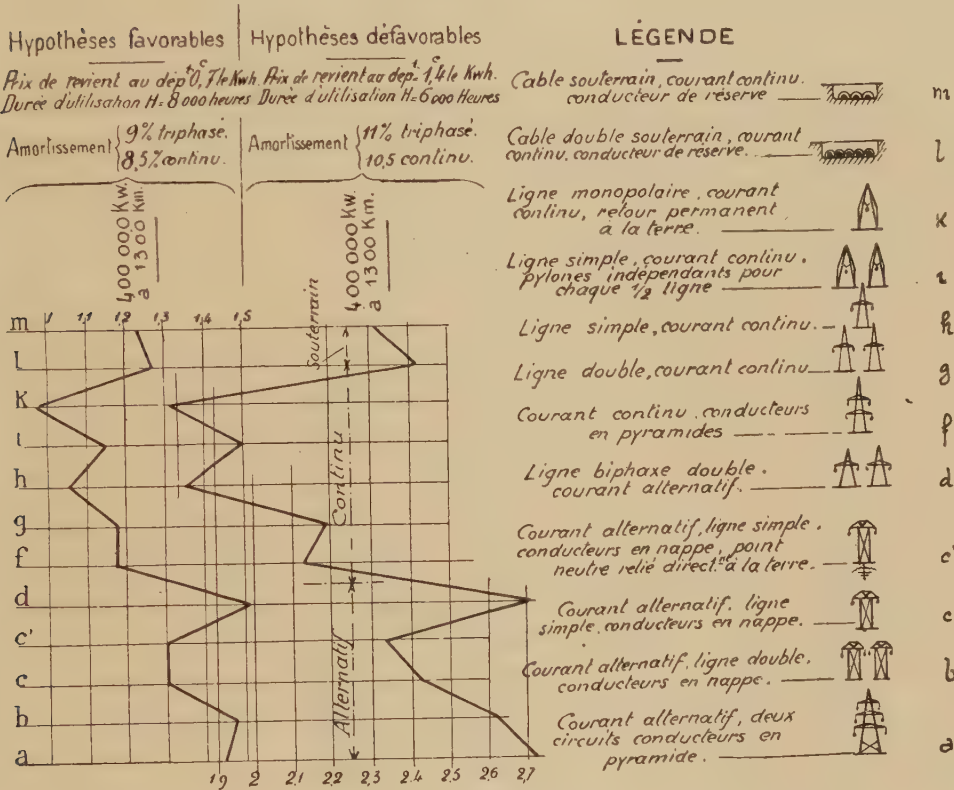


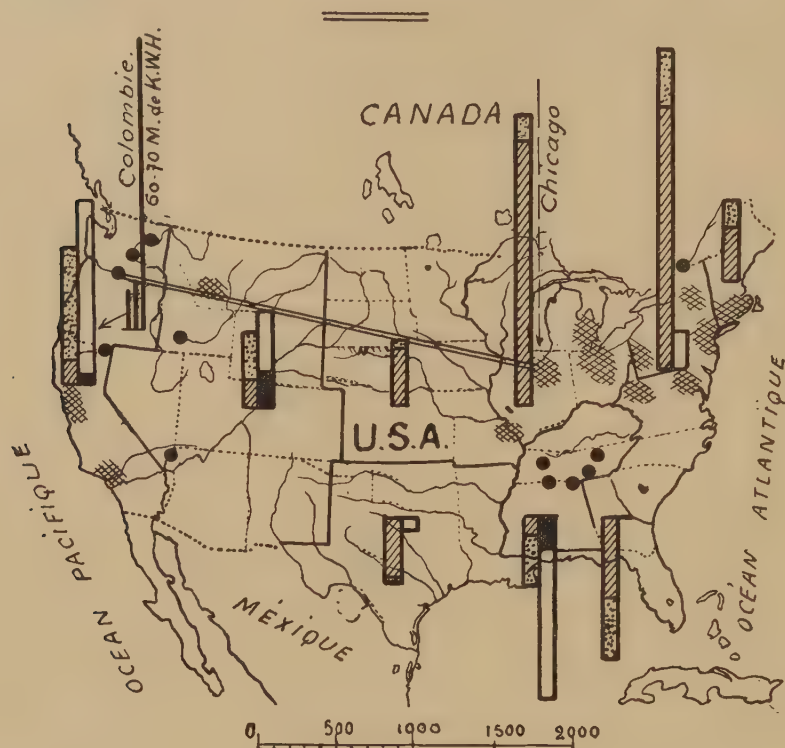
FIG. 60.

ditions de rendement qui ne seraient pas inférieures à celles des transformateurs.

En 1941, l'étude du même problème a été abordée à Zurich par M. VOGLI (1), qui envisageait comme possible le remplacement des mutateurs à vapeur de mercure par des mutateurs à vide très poussés. Par exemple 2 fois 6 redresseurs en série seraient nécessaires pour atteindre

(1) Organisation d'une journée de discussion à l'Association suisse des Électriciens, 13 décembre 1941, à Zurich.

En COLOMBIE, possibilité d'installations atteignant 60 à 70 Milliards de K.W.H.



Production possible de l'énergie et consommation de celle-ci en 1939 aux U.S.A.

Consommation en 1939 . en Milliards de K.W.H.
 Production hydraulique. Possibilité après exécution complète.
 Production thermique. Production en 1939.

- Grandes centrales hydrauliques du Gouvernement.
- ▨ Centres de consommation.

Extrait de l'étude de W. HOWALD.

FIG. 61.

2 fois 300.000 ou 600.000 kilovolts et 2 chaînes semblables en parallèle permettraient de transporter 600.000 kilowatts.

M. VOGLI estimait en 1941 que des transports à 1.000 kilomètres et pour des puissances de 400 à 500.000 kilowatts semblent réalisables dans un délai de 4 à 5 ans et que la transmission en courant continu par câble souterrain apparaissait la plus économique.

Enfin, nous signalerons l'étude de W. HOWALD publiée en 1942 (1) qui proposait, dès 1938, l'établissement d'une ligne de transport à courant continu de 3.000 kilomètres entre la Colombie et Chicago pour une puissance de 750.000 kilowatts produite par un certain nombre d'usines hydro-électriques.

La carte de la figure 61 indique, en outre, quelles seront les possibilités de production d'énergie hydro-électrique aux États-Unis d'Amérique lorsque les projets arrêtés seront exécutés.

Il semble que l'on puisse considérer, à la lumière de ces études, que le problème du transport de l'énergie à plusieurs milliers de kilomètres n'est pas insoluble. Dans une dizaine d'années, peut-être avant, toutes les difficultés d'ordre pratique auront vraisemblablement été résolues.

Le transport à plusieurs milliers de kilomètres consistera sans doute dans un ensemble de lignes de transport à courant continu à une tension atteignant peut-être 1 million de volts avec une puissance de l'ordre 750.000 à 1 million de kilowatts par ligne.

Par exemple pour transporter 5 millions de kilowatts on devrait disposer de 5 lignes parallèles de 1 million de kilowatts.

Il faut bien reconnaître que l'on est loin encore d'atteindre un tel résultat car même s'il pouvait recevoir une solution dans quelques années pour les transports dans les régions tempérées, des difficultés spéciales aux pays tropicaux devraient être résolues : l'humidité, la traversée des déserts, les vents de sable, l'électricité de l'atmosphère, la traversée des régions de tornades, etc...

D'autre part, l'importance des pertes en ligne et les prix de construction interviendraient pour majorer le prix de transport de l'énergie produite car, compte tenu du prix de revient du kilowatt aux usines génératrices le prix de vente du courant devrait rester abordable aux divers points de destination afin que le placement de cette énergie soit rentable et ne présente aucune difficulté.

(1) W. HOWALD, État actuel de la transmission des très grandes puissances aux États-Unis, publié par l'Association Suisse des Électriciens, n° 7, 8 avril 1942.



FIG. 62. — Schéma des dispositions générales d'un futur grand transport d'énergie hydro-électrique entre le Gabon et l'Ouest de l'Europe.

Il y a lieu de tenir compte du fait qu'un tel projet a une portée internationale et qu'il intéresserait au premier chef, outre la France et ses colonies, l'Angleterre, pour elle-même et la Nigeria qui serait traversée par les lignes de transport, l'Espagne et la Belgique et, par l'intermédiaire des interconnexions, sans doute d'autres pays voisins.

Ainsi, on se trouve, d'une part, en face de besoins grandissants en énergie électrique en France et à un degré moindre dans les divers pays de l'Ouest de l'Europe mieux pourvus en charbon, d'autre part, en présence, au Gabon et au Sud-Cameroun tout d'abord, pour les raisons exposées ci-dessus et, en second lieu, dans le Bas-Congo, en présence de deux magnifiques sources d'énergie hydro-électrique pouvant être chiffrées, l'une à 55×10^6 CV et l'autre à 100×10^6 CV théoriques distantes de 5.500 kilomètres environ du centre de la France.

Resterait la question du transport dans des conditions économiques de cette énergie.

Nous pensons qu'un tel problème mériterait d'attirer l'attention des pouvoirs publics qui, seuls, à notre avis, sont capables d'assurer la réussite d'une telle entreprise d'intérêt général ainsi que cela a été fait pour la Régie autonome des Pétroles il y a quelques années. L'État seul, en effet, pourrait engager pendant un temps déterminé les dépenses nécessaires pour :

1^o Faire exécuter un inventaire précis et définitif des ressources hydro-électriques du Gabon, du Sud-Cameroun et du Bas-Congo ;

2^o Favoriser par tous les moyens en son pouvoir, par des subventions aux laboratoires, des prix officiels, les recherches et la mise au point des problèmes posés par le transport de cette énergie et cela en coordination étroite avec les pays étrangers intéressés à cette question.

L'ossature du réseau envisagé a été matérialisée sur le schéma ci-contre (fig. 62). Partant du Gabon, un ensemble de lignes à très haute tension aboutirait en Afrique du Nord après réception de l'énergie électrique produite par la station d'énergie thermique des mers d'Abidjan (si celle-ci était réalisée). Il traverserait l'Espagne à qui l'énergie nécessaire serait cédée et aboutirait en France avec prolongement vers l'Angleterre et la Belgique.

L'utilisation des réserves du Bas-Congo distantes de 500 kilomètres supplémentaires et d'aménagement moins économique pourrait être envisagée pour une deuxième période si la Belgique s'y prêtait lorsque les besoins le justifieraient.

CONCLUSIONS

L'Afrique Équatoriale Française est une des dernières venues dans un empire colonial dont certaines régions sont inventoriées depuis des siècles.

Mais sans doute serions-nous déjà mieux renseignés sur les caractéristiques physiques de ce territoire si l'on n'avait, pour son exploration en détail, rencontré des difficultés accumulées.

D'abord l'immensité du pays, plus de 4 fois la superficie de la France.

Puis sa situation au Sud de part et d'autre de l'Équateur, ce qui entraîne un climat particulièrement chaud et humide et, par suite, des zones immenses couvertes de la grande forêt tropicale très difficile d'accès.

Au Nord, dans la zone continentale sèche du Tchad, plus facile d'accès sans doute, mais longtemps fermée aux explorateurs par suite du caractère belliqueux des populations.

Enfin, la faible densité d'une population inégalement répartie et très primitive. Il n'a donc pas été possible d'entreprendre de prospection ni d'inventaire systématique et l'on ne dispose encore que de quelques travaux épars ayant eu pour objet de faciliter la mise en valeur de régions déterminées et touchant uniquement à la géologie, à la navigation, à l'état sanitaire et à la production d'énergie.

Il est bien certain que si ces territoires au lieu d'être comblés par la nature du point de vue hydraulique avaient présenté partout le caractère des régions sèches du Nord, nous nous serions trouvés devant des travaux anciens d'irrigation indigènes, travaux que nous aurions dû développer et qui auraient obligatoirement entraîné des études hydrauliques.

A l'heure actuelle le premier stade de conquête et de mise en valeur initiale grossière va faire place à un développement économique rapide pour lequel des études de base de longue durée sont nécessaires :

Géographie physique, cartographie ;
Climat ;
Géologie ;
Hydrologie.

C'est donc moins dans le but de mettre en évidence les résultats bien incomplets de nos études sur l'hydrologie de quelques bassins ou fractions de bassins, que dans celui d'aider, dans une certaine mesure, aux recherches précises qui devront être entreprises que ce travail a été entrepris.

La géographie physique de l'Afrique Équatoriale ne pourra être vraiment connue que lorsque des cartes détaillées par avion auront été levées. Force est bien pour le moment de se contenter de schémas auxquels chacun apporte sa modeste contribution ce qui explique que l'on ne peut encore tirer de conclusion sur l'hydrographie, la propagation des crues, la géologie, les captages ou cassures.

Les débits caractéristiques, débit d'étiage ou débit moyen par kilomètre carré de bassins versants pour les cours d'eau étudiés ont été rapprochés des études faites antérieurement au Congo Belge dans des régions limitrophes.

Nous avons cherché en outre, à relier les caractéristiques hydrologiques à la météorologie dont les observations précises ne remontent d'ailleurs qu'à quelques années.

Enfin, c'est surtout sur l'utilisation possible de l'énergie hydroélectrique que nos études ont porté.

Les profils en long des cours d'eau ont été esquissés et la pose d'échelles linimétriques dont la lecture n'a malheureusement pas été poursuivie, aurait permis, après quelques années, la détermination de la propagation des crues, l'étude du décalage dans le temps des débits par rapport aux pluies.

Les mesures de débits d'étiage moyen et de crues faites suivant les méthodes du service des Forces hydrauliques du Sud, ont permis, compte tenu des levés topographiques des chutes, la détermination des puissances mises en jeu.

Sans doute a-t-il été nécessaire d'adapter ces méthodes de mesures aux conditions difficiles de la vie de l'européen isolé dans la grande forêt tropicale ne pouvant compter sur l'aide d'indigènes les plus primitifs.

Ces difficultés pourront, nous l'espérons, faire excuser le caractère moins scientifique d'une certaine partie de nos recherches qui ont relevé parfois de l'exploration.

A titre d'exemple il a paru utile de montrer les ressources hydrauliques de la région du Moyen-Congo comprise entre l'Océan Atlantique et le fleuve Congo, région traversée par le chemin de fer Congo-Océan et dont le développement économique semble devoir être particulièrement rapide.

Rien que pour cette région les ressources hydroélectriques facilement utilisables sont plus de dix fois supérieures à la satisfaction des futurs besoins.

Aussi ces premières études nous ont-elles conduit à chercher à apprécier de plus près les ressources des territoires du Sud-Cameroun, du Gabon, du Moyen-Congo.

Grâce à la réunion de facteurs physiques favorables (chutes importantes, grands bassins versants, régularité, abondance de pluies et importance des débits caractéristiques) ces régions présentent des réserves brutes que nous évaluons approximativement à 55×10^6 CV, auxquelles s'ajoutent les 90 à 180×10^6 CV bruts du fleuve Congo dans la région des cataractes que la France partage, pour une faible partie, avec la Belgique.

Nous avons cru devoir attirer l'attention sur l'importance de ces réserves d'énergie françaises que nous ne pouvons songer à utiliser sur place, mais qui, si le problème difficile du transport de l'énergie électrique à très longue distance était résolu, pourraient constituer un appoint extrêmement précieux grâce, en outre, à une certaine compensation naturelle, à la satisfaction des futurs besoins en énergie de la France et de l'Ouest de l'Europe.

Or, ce problème du transport a fait de tels progrès dans ces dernières années qu'il n'est aucunement chimérique, comme nous l'avons montré, d'envisager dans quelques années le transport de plusieurs millions de CV (5 à 6 millions) par 5 ou 6 lignes à très haute tension, aériennes ou souterraines, par exemple à la tension de 1×10^6 volts courant continu et à une distance de 5. 500 kilomètres.

Sans doute la réalisation d'un tel projet de portée internationale poserait des problèmes scientifiques, techniques et économiques qui ne doivent pas être sous-estimés, mais ces difficultés sembleraient devoir en peu d'années être résolues si les études hydrologiques détaillées à entreprendre sur place confirmaient les résultats des premières reconnaissances et si les besoins en énergie se développaient avec une rapidité comparable à celle observée dans les vingt dernières années.

BIBLIOGRAPHIE

Cartes et Plans.

- DENAYER : La nouvelle carte géologique de l'Afrique Équatoriale Française. *Revue de l'Université de Bruxelles*, 1928.
- FOURMARIER : Carte géologique du Congo Belge avec notice explicative. *Revue Université des Mines*, Liège, 1930, 8^e série, t. III.
- LEGOUX et HOUQ : Carte géologique provisoire de l'A. É. F. avec notice, Le Caire, 1942.
- LOMBARD : Première minute d'une carte géologique provisoire de l'Afrique Centrale au 1/5.000.000. *C. R. Soc. Géol. Française*, 1931.

Ouvrages généraux (Références).

- BRUEL (G.) : *La France Équatoriale Africaine*, 1935, Larose, Paris.
- CONTAGNE (A.) et MARTONNE (E. DE) : De la pluie qui tombe à l'eau qui coule. Évaporation et déficit d'écoulement. *Association Internationale d'Hydrologie Scientifique*. Congrès de Lisbonne, 1933.
- MARTONNE (E. DE) : *Traité de géographie physique*, 3 vol., 4^e édition. A. Colin, Paris, 1927.
- PARDE : *Fleuves et Rivières*.
- ROBERT (MAXIME) : *L'Afrique Centrale*, Armand Colin, éditeur.
- VIDAL DE LA BLACHE et GALLOIS. *Géographie universelle*, Armand Colin, éditeur.
- WEGENER (A.) : *La Genèse des Continents et des Océans*. Trad. Richel, Paris, 1924.

Ouvrages spéciaux.

- BABET (V.) : *Étude géologique de la zone du chemin de fer Congo-Océan et de la région minière du Niari et du Djoué*, Larose, Paris, 1929.
- BABET (V.) : *Observations géologiques dans la partie méridionale de l'A. É. F.*, Larose, Paris, 1932.
- CORNET (J.) : Observations sur la géologie du Congo occidental. *Bulletin de la Société Belge de Géologie*, Bruxelles, 1896.
- DARNAULT (P.) : *Mission de prospection des forces hydrauliques de l'Afrique Équatoriale Française*, Larose, éditeur, 1931.
- FROLOW (V.) : *Thèse sur le régime du Niger moyen*. Paris, 1934.
- FROLOW (V.) : *Contribution à l'étude des méthodes de prévision de pluies à longue échéance à la Colonie*, Nyombé. S. A. B. T. P., Blois, 1930.
- GRUNER (H. E.) et RHAM (P. DE) : *Captage des Forces hydrauliques du Bas-Congo*. Imp. Van Goupel, Bruxelles, 1932.
- HURST (H. E.) : *The Nile Basin*, Gouvernement égyptien, Le Caire.

- JUNG (J.) et LEBEDEFF (V.) : Résultats des récentes prospections de pétrole en A. É. F. *Annales de l'Office des Combustibles liquides*, 1930.
- MAZLOUM (S.) : Thèse sur l'Afrique. Étude hydrologique. *Revue de Géographie physique*, 1939.
- ROUSSILHE : *Mission hydrographique Congo Sangha Oubangui*. Larose, 1911.
- THYS (ROBERT) : *Essai sur l'amélioration du régime du fleuve Congo*. Compagnie Belge du Congo pour le Commerce et l'Industrie, Bruxelles, 1913.
- THYS (ROBERT) : Étude des forces hydrauliques du Bas-Congo 1910-1911, *Publ. des Chemins de fer du Congo*, Bruxelles, 1912.
- VAN DEUREN (Colonel) : Aménagement du Bas-Congo. *Association des Ingénieurs Belges de l'Artillerie et du Génie*, Bruxelles, 1928.

Origine des Documents consultés.

Archives du Ministère des Colonies.
 Bibliothèque de l'Agence Économique des Colonies.
 Bibliothèque de l'École Coloniale.
 Bibliothèque du Laboratoire de Géographie Physique et Géologie dynamique.
 Bibliothèque de l'Institut de Physique du Globe.
Annales des Services des Forces hydrauliques, Ministère de l'Agriculture.
 Cartes du Service Géographique des Colonies.

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

Vu et approuvé :

Paris, le 26 Avril 1945.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

P. MONTEL.

Vu

et Permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie
de Paris,

G. ROUSSY.

ACHEVÉ D'IMPRIMER LE 8 JUILLET 1947
PAR L'IMPRIMERIE NOUVELLE, A ORLÉANS.
Dépôt légal : 3^e trimestre 1947. — N^o d'éditeur : 23
N^o d'imprimeur : 2001.
